



Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının İnfomal Muhakeme Biçimleri ve Sosyobilimsel Muhakeme Yeterlikleri: Hidrolik Kırılma ve Doğal Koruma Alanlarının Yönetimi Senaryoları*

Preservice Science Teachers' Informal Reasoning Modes And Socioscientific Reasoning Competencies: Hydraulic Fracking And Land Management Scenarios

Kübra Yolaçtı Kızılkaya^a, Nilay Öztürk^{b†}

^aKırşehir Ahi Evran University, Kırşehir, Türkiye

Öz

Bu çalışmanın amacı, fen bilimleri öğretmen adaylarının hidrolik kırılma ve doğal koruma alanlarının yönetimi konularına ilişkin infomal muhakeme biçimlerini ve sosyobilimsel muhakeme yeterliklerini araştırmaktır. Betimsel araştırma yönteminin kullanıldığı bu çalışmada, hem nitel hem de nicel veriler elde edilmiştir. Katılımcılar farklı öğrenim düzeylerinden 46 fen bilimleri öğretmen adaydır. Veriler, Açık Uçlu İnfomal Muhakeme Anketi ve Sosyobilimsel Muhakeme Ölçme Aracı kullanılarak elde edilmiştir. Sonuçlara göre, katılımcılar, farklı iki senaryo bağlamında farklı infomal muhakeme biçimleri geliştirmişler, hidrolik kırılma senaryosu bağlamında sosyal, ekoloji, ekonomi, bilim ve/veya teknoloji, risk ve politik odaklı argümanlar geliştirirken, doğal koruma alanlarının yönetimi senaryosu bağlamında sosyal, ekoloji, ekonomi ve risk odaklı argümanlar geliştirmişlerdir. Her iki senaryoda da en yüksek ortalamaya sahip olan infomal muhakeme biçimi ekoloji odaklı argümanlar olmuştur. Sosyobilimsel muhakeme yeterliklerine ilişkin olarak, hidrolik kırılma senaryosu bağlamında en yüksek yeterlik karmaşıklık boyutunda elde edilirken, doğal koruma alanlarının yönetimi senaryosu için en yüksek yeterlik çoklu perspektifler boyutunda elde edilmiştir. Her iki senaryo bağlamında da en düşük yeterlik sürmekte olan araştırmalara tabi olmak boyutunda elde edilmiştir. Her iki senaryo birlikte düşünüldüğünde katılımcıların yalnızca çoklu perspektifler boyutunda orta düzey yeterliğe ulaştığı, diğer tüm boyutlarda düşük düzey yeterlik gösterdikleri görülmüştür. Bulgular doğrultusunda öğretmen eğitimi literatürü ve sınıf içi uygulamalara yönelik öneriler yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Sosyobilimsel konular, infomal muhakeme, sosyobilimsel muhakeme, fen bilimleri öğretmen adayı.

Abstract

The purpose of this study was to examine preservice science teachers' informal reasoning modes and socioscientific reasoning competencies regarding hydraulic fracking and land management issues. In this descriptive research, both qualitative and quantitative data were obtained. Participants of the study were 46 preservice science teachers from different grade levels. Data were obtained by using Open-Ended Informal Reasoning Questionnaire and The Quantitative Assessment of SSR. Findings of the study revealed that the participants generated different reasoning modes for both scenarios. For hydraulic fracking issue, the participants generated social, ecology, economy, science and/or technology, risk and political oriented arguments while they generated social, ecology, economy and risk oriented arguments for the land management issue. For both scenarios, the most frequent reasoning mode was the ecology oriented arguments. Regarding socioscientific reasoning competencies, the participants scored highest on the complexity dimension for hydraulic fracking issue and on the multiple perspectives for land management issue. Moreover, the participants scored lowest on the inquiry dimension for both scenario. Considering the two scenarios, the participants displayed low level of competency for all the dimensions except for the multiple perspectives dimension. They

*Bu makale Kübra Yolaçtı Kızılkaya'nın, Nilay Öztürk danışmanlığında yürüttüğü "Fen bilimleri öğretmen adaylarının infomal muhakeme biçimleri ve sosyobilimsel muhakeme yeterlikleri" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

*ADDRESS FOR CORRESPONDENCE: Nilay Öztürk, Department of Mathematics and Science Education, Faculty of Education, Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir, Türkiye, E-mail address: nilayozturk@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6881-3433.

^aKübra Yolaçtı Kızılkaya, Department of Mathematics and Science Education, Faculty of Education, Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir, Türkiye, E-mail address: kubrayolactii@gmail.com. ORCID ID: 0000-0003-3308-9729.

Received Date: September 8th, 2021. Acceptance Date: January 29th, 2022.

displayed moderate level of competency for multiple perspectives dimension. Implications for teacher education and practice were provided.

Keywords: Socioscientific issues, informal reasoning, socioscientific reasoning, preservice science teacher.

© 2022 Başkent University Press, Başkent University Journal of Education. All rights reserved.

1. Giriş

Sosyobilimsel konular (SBK), toplumda sosyal, politik, etik ve ahlaki açıdan tartışma yaratan ve bilimsel bir temeli olan konular olarak tanımlanmaktadır (Sadler, 2004; Sadler & Zeidler, 2005). Genetiği değiştirilmiş gıdalar, gen terapisi, doğal koruma alanlarının yönetimi, hidrolik kırılma bu konulara örnek olarak verilebilir. SBK'lar, son elli yıl içinde farklı ülkelerdeki fen bilimleri öğretim programlarına entegre edilmiştir. Türkiye de bu ülkelerden biridir ve temel amacı fen bilimleri okuyuzarı bireyler yetiştirmek olan güncel fen bilimleri öğretim programının amaçları arasında "Sosyobilimsel konuları kullanarak, muhakeme yeteneği, bilimsel düşünme alışkanlıkları ve karar verme becerilerini geliştirmek" (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018, s. 9) yer almaktadır.

SBK'ların öğretim programlarında yer almasının sağladığı bazı faydalar vardır: Öncelikle, SBK temelli öğretim öğrencilerde yalnızca bilişsel gelişimi değil, bunun yanı sıra, duygusal ve ahlaki gelişimi de desteklemektedir (Zeidler & Keefer, 2003). Yapılan çalışmalar, SBK öğretiminin herkesi ilgilendiren günlük yaşam konularını içermesi sebebiyle fen konularını öğrenciler için daha anlaşılır ve ilgi çekici hale getirdiğini (Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005) ve buna bağlı olarak, öğrencilerin fene karşı ilgi ve motivasyonunu artırdığını göstermiştir (Yager, Lim, & Yager, 2006). Bunun yanı sıra, SBK öğretiminin öğrencilerin bilimin doğası anlayışını (Khishfe & Lederman, 2006; Walker & Zeidler, 2007), argümantasyon ve muhakeme becerilerini de geliştirdiği ortaya koyulmuştur (Venville & Dawson, 2010; Zohar & Nemet, 2002). SBK öğretiminin bu katkıları gözetildiğinde, SBK öğretimi ile nihai olarak öğrencilerin fen bilimleri okuyuzarlığının geliştirileceği ve onların, toplumu ilgilendiren tartışmalı konularda bilinçli karar vermelerine katkı sağlanacağı düşünülmektedir (Sadler, Amirshokoohi, Kazempour, & Allspaw, 2006; Zeidler ve diğ., 2005).

SBK'ların öğretim programlarında yer almaya başlaması ile bu konuların öğretimi ile ilgili olarak öğretmen bilgi ve becerilerinin de geliştirilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bilindiği üzere SBK'lar gibi reform hareketlerinin benimsenebilmesi ve etkili bir şekilde hayata geçirilebilmesi öğretmenlerin inanç sistemleri, yaklaşımları ve pedagojileri ile yakından ilgilidir (Beck, Czerniak, & Lumpe, 2000; Kazempour, 2009; Lumpe, Haney, & Czerniak, 2000). Özellikle Türkiye bağlamında ele alındığında, SBK'ların fen bilimleri öğretim programlarına entegre edilmesi çok eski bir tarihe dayanmamaktadır. Öğretim programları (MEB, 2013, 2018) SBK'ları içerse de, SBK öğretiminin sınıf ortamında yaygın olarak başarılı bir şekilde yapıldığını söylemek halen gerek dünya ülkeleri gerekse ülkemiz için pek mümkün değildir (Lee, Lee, & Zeidler, 2019; Öztürk & Erabdan, 2019). SBK öğretiminin etkili bir şekilde yapılabilmesi için öncelikle öğretmenlerin SBK'ların doğasını bilmesi ve SBK'lar hakkında karar verme süreçlerine dâhil olması gerekir. Bu amaçla, öğretmenlerin ve dolayısı ile geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adaylarının SBK bağlamında infomal ve sosyobilimsel muhakemelerine dair var olan durumun ortaya koyulması, elde edilen sonuçlara göre öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının SBK bağlamında muhakemelerinin geliştirilmesi büyük öneme sahiptir (Namdar, Aydın, & Ramen, 2020; Owens, Herman, Oertli, Lannin, & Sadler, 2019). Bu noktadan yola çıkarak bu çalışmada öğretmen adaylarıyla çalışılmış ve onların, seçilen iki farklı SBK ile ilişkili olarak infomal muhakeme biçimleri ve sosyobilimsel muhakeme yeterlikleri incelenmiştir.

Bu çalışma kapsamında seçilen SBK'lar hidrolik kırılma ve doğal koruma alanlarının yönetimi konularıdır. Bu konulara dair iki farklı senaryo bağlam olarak kullanılmıştır (Hidrolik kırılma senaryosu ve Branville koyu senaryosu) Hidrolik kırılma bir doğalgaz çıkarma yöntemidir ve diğer doğalgaz çıkarma yöntemlerine göre yeni sayılabilir. Hidrolik kırılma konusunun tartışmalı olmasının birtakım nedenleri vardır. Bir görüşe göre hidrolik kırılma ile doğalgaz çıkarılması, dünyada artan enerji ihtiyacını karşılayabilmek ve bu çıkarma işleminin yapıldığı bölgelerde iş gücü sağlaması bakımından gerekli görülmektedir. Bir diğer görüşe göre ise, hidrolik kırılma ile doğalgaz çıkarılması esnasında yer altı sularına birtakım kimyasallar karıştığı için bu yöntem doğaya geri döndürülemez zararlar vermektedir (Romine, Sadler, & Kinslow, 2017). Dünyada var olan enerji ihtiyacı günümüzde halen büyük ölçüde fosil yakıtlarla karşılanmaktadır. Fosil yakıt türlerinden biri olan doğalgazın çıkarılma yöntemlerinden biri olan hidrolik kırılma konusunda yapılan çalışmalar SBK literatürüne katkı sağlaması bakımından önemlidir. Bir diğer SBK olan doğal koruma alanlarının yönetimi konusu Branville koyunda yürütülen balıkçılık faaliyetleri ve bu koyun ürün sevkiyat noktası olarak kullanılması durumları üzerinden ele alınmıştır. Branville koyu hayali olarak senaryo kapsamında bahsi geçen ve ekolojik öneme sahip bir özel koruma alanıdır (Romine ve diğ., 2017). Bu bölgede yer alan liman iş adamlarının kullandığı bir ürün sevkiyat limanı olarak kullanılmaktadır. Öte yandan, bu bölge balıkçılık faaliyetlerine kapalı olsa da bölgede yaşayan yerli halk onlara verilen bir hak ile balıkçılık faaliyetlerine devam

etmektedir. Bölgede son zamanlarda yaşanan ekolojik bozulmanın sebebi anlaşılammaktadır ve bu durum yerel yöneticilerin karar vermekte zorlandıkları bir durumdur. Ekolojik öneme sahip özel koruma alanlarının SBK olarak kullanılması literatürde sıkça gördüğümüz bir durum olmadığından bu çalışmada bağlam olarak böyle bir konunun seçilmiş olması literatüre katkı sağlaması bakımından önemlidir. Hidrolik kırılma konusu, bir doğal gaz çıkarma yöntemi olarak, ortaokul fen bilimleri öğretim programında yer alan kuvvet ve enerji, basınç, elektrik yükleri ve elektrik enerjisi konuları ile ilişkilendirilebileceği gibi, doğal koruma alanlarının yönetimi konusu, insan ve çevre, mevsimler ve iklim, enerji dönüşümleri ve çevre bilimi konuları ile yakından ilişkilidir (MEB, 2018).

Günümüz dünyasında fen eğitiminin temel amaçlarından birisi bireylerin tartışmalı ve karmaşık problemlerle karşılaştıklarında muhakeme yapabilir hale gelmelerini sağlamaktır. SBK'lar bağlamında yapılan muhakeme, tartışma ve karar verme süreçleri, önceleri genellikle informal muhakeme ile karakterize olarak tanımlanmakta idi (Sadler & Zeidler, 2005). Örneğin Sadler ve Zeidler (2005), SBK'lar doğası gereği tartışmalı, çok yönlü ve ucu açık problemler oldukları için bu konuların tartışılmasında bilişsel ve duyuşsal süreçleri içeren informal muhakemenin kullanılmasının daha uygun olduğunu ifade etmişlerdir. Fakat ilerleyen yıllarda informal muhakemenin öğrenci gelişimini izlemek açısından kullanımının zor olduğu ve aşağıdaki kısımlarda da anlatıldığı üzere farklı araştırmacılar tarafından çok farklı şekillerde ele alındığı görülmüştür (Romine, Sadler, Dauer, & Kinslow, 2020). Ayrıca, informal muhakemenin sadece SBK'lar bağlamında değil açık uçlu her problem için kullanılabilir olduğu; dolayısı ile SBK'lara özgü bir muhakeme biçimi olmadığı ifade edilmiştir (Romine ve diğ., 2020). Bu amaçla, Sadler ve diğ. (2007) tarafından sosyobilimsel muhakeme kavramı ortaya atılmıştır. Yine de, bireylerin SBK'lar bağlamında ne tür argümanlar kullandığının detaylı bir analizini yapmak ve katılımcıların geliştirdikleri argümanların biçimlerini inceleyebilmek amacıyla informal muhakemenin araştırılması önemlidir. Bu çalışmanın temel amacı, fen bilimleri öğretmen adaylarının birer SBK olan hidrolik kırılma ve doğal koruma alanlarının yönetimi konularındaki informal muhakeme biçimlerini ve sosyobilimsel muhakeme yeterliklerini araştırmaktır. Çalışmanın araştırma soruları şunlardır:

1. Fen bilimleri öğretmen adaylarının hidrolik kırılma ve doğal koruma alanlarının yönetimi konularındaki informal muhakeme biçimleri nelerdir?
2. Fen bilimleri öğretmen adaylarının hidrolik kırılma ve doğal koruma alanlarının yönetimi konularındaki sosyobilimsel muhakeme (karmaşıklık, çoklu perspektifler, sürmekte olan araştırmalara tabi olmak, şüphecilik) yeterlikleri nelerdir?

1.1. *Informal Muhakeme*

Informal muhakeme, gerekçelere dayanarak bir argümanı analiz etme ve değerlendirmeyi içerir (Cerbin, 1988). Informal muhakemede yeni bilgiler elde edildikçe önermeler değişebilir (Sadler, 2004); fakat formal muhakemede durum farklıdır. Formal muhakemede, iyi yapılandırılmamış (ill-defined) problemler değil iyi yapılandırılmış problemlerle uğraşılır ve bu problemlerin çözümü için yalnızca elde edilen veriler kullanılır, öncüller sabittir ve değişmez (Cerbin, 1988; Sadler, 2004).

Informal muhakeme biçimleri, bireylerin SBK'larla ilgili karar verme süreçlerinde geliştirdikleri argümanları hangi perspektiften bakarak geliştirdiklerini ifade etmektedir (Wu & Tsai, 2011). Örneğin bir kişinin, genetiği değiştirilmiş gıdalarla ilgili bir tartışmada öne sürdüğü argümanlar insan ve toplum sağlığı, insan yaşam alanı gibi konulara dayanır ve bu kişi sosyal odaklı argümanlar öne sürüyor, öte yandan genetik teknolojilerinin gelişmiş ve güvenilir olduğunu ileri sürerek savunma yapıyorsa bilim ve/veya teknoloji odaklı argümanlar geliştirebilir demektir (Ozturk & Yılmaz-Tuzun, 2017; Wu & Tsai, 2011). Yapılan çalışmalar, SBK'larla ilgili olarak bireylerin kullandığı informal muhakeme biçimleri ne kadar çok çeşitli olursa onların informal muhakeme kalitelerinin de o kadar yüksek olduğunu öne sürmektedir (Wu & Tsai, 2011). Bir başka deyişle, kişilerin tartışmalı bir konu ile ilgili olarak ortaya koydukları argümanların farklı perspektiflere dayanarak geliştirilmesi, onların informal muhakeme kalitelerinin yüksek olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir.

İlgili literatürde bireylerin informal muhakemeleri "örüntü" veya "biçim" olarak ele alınmaktadır. Örneğin, Yang ve Anderson (2003) lise öğrencilerinin nükleer enerji konusundaki tercihlerini ve informal muhakemelerini ele aldığı çalışmada informal muhakeme biçimlerini üç gruba ayırmıştır. Bunlar; bilimsel eğilimli muhakeme, sosyal eğilimli muhakeme ve bilimsel ve sosyal bakımdan eşit eğilimli muhakemedir (Yang & Anderson, 2003). Bunun yanı sıra, Wu ve Tsai (2007, 2011) lise öğrencilerinin nükleer enerji konusundaki muhakemelerini araştırdığı çalışmada öğrencilerin informal muhakeme biçimlerini Bütünleşik Analiz Çerçevesi'ne göre analiz etmiştir. Katılımcıların informal muhakemeleri sosyal, ekonomi, ekoloji, ve bilim ve/veya teknoloji odaklı argümanlarına göre kategorize edilmiştir. Sosyal odaklı argümanlar bir SBK ile ilgili argüman geliştirirken insan sağlığını ve yaşamını merkeze almakta, ekoloji odaklı argümanlar çevrenin korunması, doğaya verilen zararlar gibi konuları incelemektedir. Öte yandan, ekonomi odaklı argümanlar SBK'larla ilgili karar verme süreçlerinde ekonomik getirilere odaklanırken bilim ve/veya teknoloji odaklı argümanlar ise tartışılan SBK ile ilgili olarak bilimsel gelişmelere ve kullanılan teknolojilere

dayalı argümanlardır (Wu & Tsai, 2007, 2011). Wu ve Tsai'nin geliştirdiği Bütünleşik Analiz Çerçevesi'ni kullanan Ozturk & Yılmaz-Tuzun (2017) çalışmasında ise, fen bilimleri öğretmen adaylarının nükleer enerji bağlamındaki infomal muhakeme biçimleri sosyal, ekonomi, ekoloji, bilim ve/veya teknoloji, risk ve politik odaklı argümanlar olarak ortaya koyulmuştur. Bu çalışmada ortaya koyulan risk odaklı argümanlar, tartışılan SBK'nın sonuçları ile ilgili olarak ortaya çıkabilecek risklere odaklanan argümanlar iken, politik odaklı argümanlar, tartışılan SBK'nın ülkenin politik olarak güçlenmesine ve diğer devletler arasında daha güçlü ya da güçsüz hale gelmesi konularına odaklanmaktadır (Ozturk & Yılmaz-Tuzun, 2017).

Bu çalışmalardan farklı olarak, Sadler ve Zeidler (2005), genetik mühendislik bağlamında öğrencilerin infomal muhakeme örüntülerini ortaya koymuştur. Sadler ve Zeidler (2005), infomal muhakemeyi üç örüntüde sınıflamıştır; rasyonel, duygusal ve sezgisel infomal muhakeme. Rasyonel muhakemede argümanlar bir sebebe dayandırılmaktadır, duygusal muhakemede öne sürülen iddialar kişilerin duyguları ile açıklanmaktadır. Sezgisel muhakemede ise kişilerin belli bir sebebe dayandırmaksızın anlık geliştirdikleri olumlu veya olumsuz fikirler öne sürmesi söz konusudur (Sadler & Zeidler, 2005). Sadler ve Zeidler (2005) kişilerin iddialarını savunurken bu üç infomal muhakeme örüntüsünden herhangi ikisini veya üçünü aynı anda kullanabildiklerini de ortaya koymuştur.

Chang-Rundgren ve Rundgren (2010) ise, bireylerin SBK'lar ile ilgili ortaya koydukları argümanların değerlendirilmesinde kullanılabilir olan ve SEE-SEP adını verdikleri bütüncül bir model ortaya koymuşlardır. Bu modele göre SBK'lar farklı disiplinlere göre farklı biçimlerde değerlendirilmelidir. SEE-SEP modelinde yer alan disiplinler şunlardır; sosyoloji/kültür, ekonomi, çevre, etik/ahlak ve bilim. Bunun yanı sıra modelde, değerler, kişisel deneyimler ve bilgi boyutları ayrı birer bileşen olarak ele alınmış ve bu bileşenlerin bireylerin SBK'larla ilgili olarak bahsedilen disiplinlere göre yaptıkları değerlendirmeleri etkilediği ifade edilmiştir (Chang-Rundgren & Rundgren, 2010). SEE-SEP modelinin Türkiye bağlamında kullanımına bir örnek olan Cebesoy ve Chang-Rundgren (2021) çalışmasında, kırk iki fen bilimleri öğretmen adayının kürtaj konusundaki karar verme süreçlerinde farklı disiplin alanlarını gözetip gözetmedikleri ve genetik konusu ile ilgili üç farklı senaryo bağlamında sorulan sorulara verdikleri cevapların nedenleri incelenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, fen bilimleri öğretmen adayları kürtaj konusunda karar verirken en çok bilim ve etik/ahlak alanları ile ilgili argüman ortaya koymuşlardır. Bunun yanı sıra, çalışma, kürtaji destekleyen katılımcıların verdikleri kararları daha çok bilimsel kanıtlar ve duygulara dayandığını, kürtaja karşı olan katılımcıların ise verdikleri kararları bilimsel kanıtlar ve belirsizlik boyutuna dayandığını ortaya koymuştur (Cebesoy ve Chang-Rundgren, 2021). SEE-SEP modelinin Türkiye bağlamında kullanımına bir diğer örnek olan Karisan ve Cebesoy (2021) çalışmasında da 47 öğretmen adayının gen terapisi ve preimplantasyon genetik tanı konularındaki geliştirdikleri argümanlar incelenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının argümanlarının daha çok etik/ahlak (%41) ve bilim (%32) alanları ile ilgili olduğu; katılımcıların en az argüman geliştirdikleri alanın ise ekonomi (%6) olduğu ortaya koyulmuştur (Karisan & Cebesoy, 2021). Bu çalışma kapsamında, katılımcıların infomal muhakeme biçimleri incelenirken Wu ve Tsai (2007, 2011) tarafından geliştirilen Bütünleşik Analiz Çerçevesi kullanılacaktır. Bütünleşik Analiz Çerçevesi, infomal muhakeme biçimlerini sosyal, ekonomi, ekoloji ve bilim ve/veya teknoloji odaklı argümanlar kapsamında ele alan analitik bir çerçevedir.

1.2. Sosyobilimsel Muhakeme

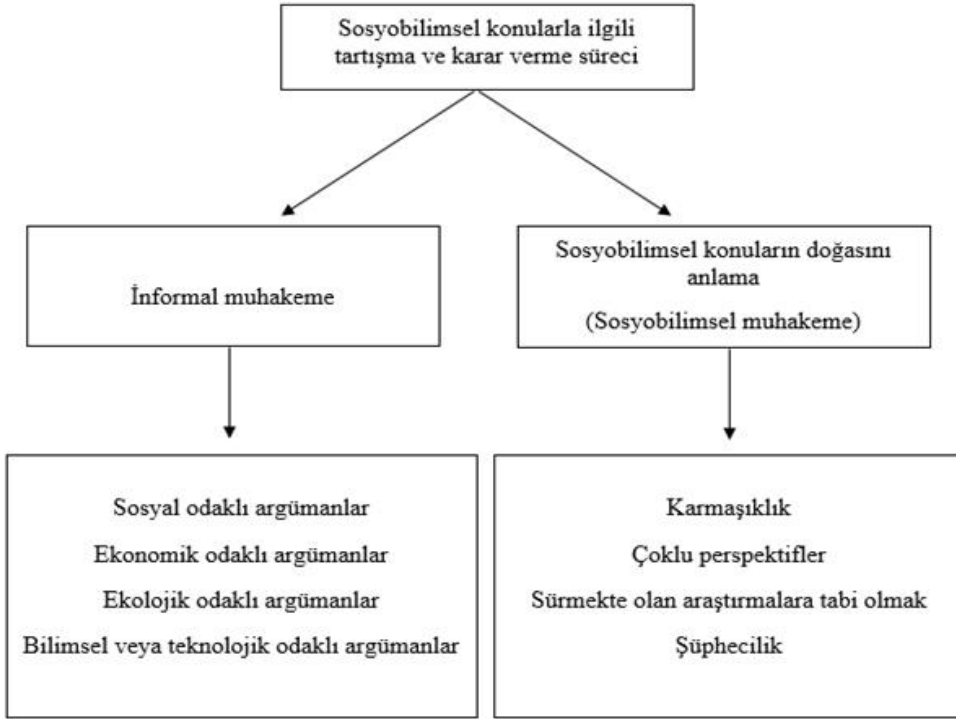
Yapılan çalışmalar, infomal muhakemenin yanı sıra, SBK'lar konusunda çözüm üretmek ve bilinçli karar verebilmek için bireylerin SBK'ların doğasını anlamaları ve buna bağlı olarak birtakım becerilere sahip olmaları gerektiğini ortaya koymuştur (Sadler & Zeidler, 2005; Sadler, Barab, & Scott, 2007). Bir başka deyişle SBK'larla ilgili karar verme süreçlerinde bireyler infomal muhakeme süreçlerinden geçmekte (Sadler & Zeidler, 2005) ve sosyobilimsel muhakemenin içerdiği yeterlikleri kullanmaktadırlar (Romine ve diğ., 2020) (Şekil 1).

SBK'ların doğasını anlama sürecinin nasıl gerçekleşeceğini tarif etmek amacıyla Sadler ve diğ. (2007) bir kuramsal yapı olarak sosyobilimsel muhakemeyi öne sürmüş ve sosyobilimsel muhakemenin hangi boyutları içermesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bu bağlamda, sosyobilimsel muhakeme, birbiri ile bağlantılı olan, SBK'larla ilgili karar verme süreçlerinde kullanılan ve düşük ile yüksek performans düzeylerinde olabilen bir dizi bilişsel yeterlikler bütünüdür (Romine ve diğ., 2017). Burada sözü edilen "yeterlikler", aşağıda belirtilen ve Sadler ve diğ., (2007) tarafından ortaya koyulan bir dizi pratiğin, sosyobilimsel muhakeme yapılması sürecinde bireyler tarafından hangi düzeyde deneyimlendiği ve gösterildiğidir.

Sadler ve diğ. (2007), sosyobilimsel muhakemeyi SBK'ların doğasını anlamak ve SBK'ların çözümü için gerekli olan becerilere sahip olmak olarak kavramsallaştırmış ve SBK'larla ilgili tartışma ve karar verme süreçlerinde bireylerin şu dört noktayı deneyimlemesi gerektiğini ortaya koymuştur (Sadler ve diğ., 2007, s. 374):

1. SBK'ların doğasında var olan karmaşıklığın farkına varmak
2. SBK'ları çoklu perspektiflerden ele almak/inceleme
3. SBK'ların sürmekte olan araştırmalara tabi olduğunun farkında olmak
4. Potansiyel olarak taraflı olan bilgiye şüpheyile yaklaşmak

Sadler ve diğ. (2007) çalışmasında öne sürülen kuramsal yapıya göre sosyobilimsel muhakemenin 4 temel boyutu, SBK'ların doğasında var olan karmaşıklık, çoklu perspektifler, sürmekte olan araştırmalara tabi olmak ve şüphecilik olarak ifade edilmiştir. Bunun yanı sıra, sosyobilimsel muhakemenin birbiri ile ilişkili olan bu dört alt boyutu içeren tek bir yapı olduğu öne sürülmüştür. Bu bileşenlerden karmaşıklık, SBK'ların basit ve çözülmesi kolay olmayan, karmaşık bir yapıya sahip olduğunu, çoklu perspektifler ise bu konularla ilgili birden fazla savunulan görüşün var olduğunu ifade etmektedir. Sürmekte olan araştırmalara tabi olmak bileşeninde SBK'larla ilgili karar verilirken kesin yargılara varılmaması gerektiği çünkü bu konularla ilgili devam eden araştırmalardan elde edilen sonuçların sürekli değişebileceği vurgulanmaktadır. Son olarak şüphecilik bileşeni ise SBK'larla ilgili karar verme süreçlerinde karşımıza çıkan bilgilerin önyargılı ve taraflı bilgiler olabileceği ve bu sebeple her zaman şüpheli bir yaklaşım içinde olmamız gerektiğini ifade etmektedir (Sadler ve diğ., 2007).



Şekil 1. Sosyobilimsel konularda tartışma ve karar verme sürecinde muhakeme

Sadler, Klosterman ve Topcu'nun 2011 yılında yayımladıkları çalışmada sosyobilimsel muhakemenin boyutları tekrar ele alınmış ve çoklu perspektifler ile şüphecilik boyutları çoklu perspektifler boyutunun altında yer alacak şekilde tek bir boyutta incelenmiştir. Dolayısıyla Sadler ve diğ. (2011), sosyobilimsel muhakemeyi üç boyutu olan bir yapı olarak ele almışlardır; karmaşıklık, çoklu perspektifler ve sürmekte olan araştırmalara tabi olmak. İlerleyen yıllarda, Romine ve diğ. (2017), sosyobilimsel muhakemenin nicel olarak ölçülmesine imkân veren Sosyobilimsel Muhakeme Ölçme Aracı'nı geliştirmiş ve yaptıkları Rasch analizi sonuçlarına göre, sosyobilimsel muhakemenin dört boyutunun (karmaşıklık, çoklu perspektifler, sürmekte olan araştırmalara tabi olmak ve şüphecilik) tek bir yapıyı temsil ettiğini ortaya koymuştur. Daha güncel bir çalışma olan Romine ve diğ. (2020) çalışmasında da üç farklı SBK senaryosu ile ilgili olarak üniversite öğrencilerinin sosyobilimsel muhakemelerinin ölçülmesi amacıyla Sosyobilimsel Muhakeme Ölçme Aracı kullanılmıştır. Bu çalışmada, katılımcıların bir dönem boyunca alınan bir ders kapsamında sosyobilimsel muhakemelerinde nasıl bir gelişme olduğu araştırılmıştır. Önceki çalışmaları destekleyen bu çalışma sonuçlarına göre sosyobilimsel muhakeme yukarıda belirtilen dört bileşenden oluşan tek boyutlu bir yapıdır. Bunun

yanı sıra, çoklu perspektifler boyutunun katılımcıların sosyobilimsel muhakemelerinin gelişmesi için merkezi bir öneme sahip olduğu ortaya koyulmuştur (Romine ve diğ., 2020). Ayrıca, Romine ve diğ. (2020) çalışmasında elde edilen sonuçlara göre üç senaryo bağlamında da sosyobilimsel muhakemenin boyutları için istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunmuştur. Böylelikle, sosyobilimsel muhakemedeki gelişimin senaryolar arası transfer edildiği ve sosyobilimsel muhakemenin tek boyutlu bir yapı olduğu ortaya koyulmuştur (Romine ve diğ., 2020). Bu çalışma kapsamında katılımcıların sosyobilimsel muhakemelerinin incelenmesi amacıyla Sadler ve diğ. (2007) tarafından ortaya atılan ve Romine ve diğ. (2017, 2020) tarafından da kullanılan sosyobilimsel muhakeme boyutları temel alınmıştır.

2. Yöntem

2.1. Katılımcılar

Betimsel araştırma yönteminin kullanıldığı bu çalışmanın katılımcıları, Türkiye’de İç Anadolu Bölgesi’nde bulunan bir devlet üniversitesinin Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan 46 fen bilimleri öğretmen adayıdır. Bu çalışmanın verilerinin toplandığı üniversitedeki toplam fen bilimleri öğretmen adayı sayısı 64’tür; dolayısı ile erişilebilir popülasyonun % 71.9’una ulaşılmıştır. Çalışmanın katılımcıları uygun örnekleme yoluyla seçilmiştir. Örneklemede, her öğrenim düzeyinden katılımcı bulunmaktadır. Katılımcıların %21.7’sini 1. sınıf, %17.4’ünü 2. sınıf, %13’ünü 3. sınıf, %47.8’ini ise 4. sınıf fen bilimleri öğretmen adayları oluşturmaktadır. Çalışmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının cinsiyet bakımında dağılımına bakıldığında %67.4’ünün kadın ($N_{kadın}=31$), %30.4’ünün erkek ($N_{erkek}=14$) olduğu, 1 katılımcının da cinsiyet belirtmediği görülmüştür.

2.2. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada iki temel veri toplama aracı kullanılmıştır: 1- Açık Uçlu İnfomal Muhakeme Anketi, 2- Sosyobilimsel Muhakeme Ölçme Aracı. Bu iki veri toplama aracında yer alan soruların yanı sıra, katılımcılara cinsiyet ve öğrenim düzeylerinin ne olduğunu soran iki adet kişisel bilgi sorusu sorulmuştur.

2.2.1. Açık uçlu infomal muhakeme anketi

Açık Uçlu İnfomal Muhakeme Anketi, Wu ve Tsai (2007) tarafından geliştirilmiş olup Wu ve Tsai (2011) tarafından revize edilmiştir. Bu çalışmada anketin revize edilmiş versiyonu kullanılmıştır. Açık Uçlu İnfomal Muhakeme Anketi, Ozturk & Yilmaz-Tuzun (2017) tarafından Türkçeye çevrilmiş ve adapte edilmiştir. Anket, infomal muhakemenin farklı boyutlarına dair sorular içermektedir, bu çalışma kapsamında infomal muhakeme biçimleri ile ilgili olan ve hâlihazırda Türkçeye çevrilmiş olan dört adet açık uçlu soru iki farklı senaryo bağlamında kullanılmıştır. Anketin orijinal versiyonunda şu dört soru yer almaktadır: 1- Türkiye’de nükleer enerji santrali yapılması gerektiği fikrine katılıyor musunuz?, 2- Arkadaşlarınızı kendi fikrinizin doğru olduğuna ikna etmeye çalışsaydınız, onlara sunacağınız argümanlar neler olurdu?, 3- Bu konuyla ilgili bir tartışmada sizinle karşıt düşünceye sahip birinin argümanları neler olabilir?, 4- Bir önceki soruyu cevaplarken sizinle karşıt görüştekilerin öne sürdükleri argümanların neler olabileceğini belirtiniz. Siz bu argümanlara karşı kendi duruşunuzu hangi fikirlerle savunursunuz? Bu sorular nükleer enerji bağlamında sorulduğundan, sorularda sadece kelime değişikliği yapılmış ve nükleer enerji santrali ifadesi hidrolik kırılma ve doğal koruma alanlarının yönetimi olarak değiştirilmiştir (Ek-1). Bu değişiklik sonrasında fen bilimleri eğitimi alanından iki uzmandan uzman görüşü alınmış ve öneriler doğrultusunda küçük revizyonlar yapılmış ve anket sorularına son hali verilmiştir.

2.2.2. Sosyobilimsel muhakeme ölçme aracı

Sosyobilimsel Muhakeme Ölçme Aracı Romine ve diğ. (2017) tarafından geliştirilmiş olup Irmak (2020) tarafından Türkçeye çevrilip adapte edilmiştir. Bu testte, katılımcıların sosyobilimsel muhakemeleri, karmaşıklık, çoklu perspektifler, sürmekte olan araştırmalara tabi olmak ve şüphecilik bakımından farklı sorularla ölçülmektedir (Tablo 1). Sosyobilimsel Muhakeme Ölçme Aracı, hidrolik kırılma ve doğal koruma alanlarının yönetimi SBK’ları bağlamında hazırlanmış olup her bir SBK için 11 adet iki aşamalı sorudan oluşmaktadır (Romine ve diğ., 2017). Bu testte ilk aşamada katılımcıların evet/hayır sorusuna yanıt vermesi, ikinci aşamada ise yaptıkları seçimin nedenine dair bir soruyu yanıtlaması beklenmektedir. Orijinalinde olduğu gibi bu çalışmada da Sosyobilimsel Muhakeme Ölçme Aracı’ndaki sorular hidrolik kırılma ve doğal koruma alanlarının yönetimi senaryoları bağlamında sorulmuştur.

Sosyobilimsel Muhakeme Ölçme Aracı'nın iki farklı senaryonun birden kullanıldığı versiyonu için Cronbach alpha güvenirlik katsayısı Romine ve diğ. (2017) tarafından 0,79, Irmak (2020) tarafından ise 0,82 olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen verilerle yapılan güvenirlik analizi sonucu Sosyobilimsel Muhakeme Ölçme Aracı için Cronbach alpha katsayısı 0.70 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 1

Sosyobilimsel Muhakeme Ölçme Aracında Yer Alan Soruların Dağılımı

| | Hidrolik kırılma senaryosu | Doğal koruma alanlarının yönetimi senaryosu |
|--|----------------------------|---|
| Karmaşıklık | Soru 1, Soru 2 | Soru 1, Soru 2 |
| Çoklu perspektifler | Soru 3, Soru 4 | Soru 3, Soru 4 |
| Sürmekte olan araştırmalara tabi olmak | Sorular 5, 6, 7, 8 | Sorular 5, 6, 7, 8 |
| Şüphencilik | Sorular 9, 10, 11 | Sorular 9, 10, 11 |

2.3. Veri Analizi

Bu çalışmanın verilerini hem nitel hem de nicel veriler oluşturmaktadır. İnfomal muhakeme biçimlerine dair açık uçlu sorulardan elde edilen veriler nitel analiz yöntemlerinden biri olan içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Daha sonra bu nitel veriler, frekans hesaplaması yapıp nicel veriye dönüştürülmüştür. Katılımcıların infomal muhakeme biçimlerine dair elde edilen verilerin analizi için Wu ve Tsai (2007) tarafından geliştirilen, Wu ve Tsai (2011) tarafından revize edilmiş olan Bütünleşik Analiz Çerçevesi kullanılmıştır (Şekil 2). Fen bilimleri öğretmen adaylarının açık uçlu sorulara verdiği yanıtlar analiz edilirken, tümevarımcı veri analizine uygun olacak şekilde (Lincoln & Guba, 1985) sabit karşılaştırma yaklaşımı kullanılmıştır (Glaser & Strauss, 1967). Araştırma soruları doğrultusunda kategoriler ortaya çıkmış ve bu kategoriler için tanımlamalar yapılmıştır. Tümevarımcı veri analizi, “in vivo” kodlama yapılarak daha önce var olmayan bazı kod ve kategorilerin ortaya çıkmasına imkân sağlamıştır (Patton, 1990). Bunun yanı sıra, katılımcılardan elde edilen nitel veriler, sabit karşılaştırma yaklaşımı doğrultusunda açık kodlama yapılarak analiz edilmiş, açık kodlama ile katılımcıların verdikleri her bir yanıt hem o katılımcının hem de diğer katılımcıların verdikleri yanıtlarla sürekli bir karşılaştırmaya tabi tutularak, yeni kodlar ve kategorilerin ortaya çıkması sağlanmıştır. Böylelikle, Wu ve Tsai (2011) tarafından geliştirilen analiz çerçevesinde yer alan infomal muhakeme biçimlerine ek olarak yeni muhakeme biçimleri elde edilmiştir.

Sosyobilimsel Muhakeme Ölçme Aracı'nda yer alan sorular, üç düzeyli ordinal (sıralı) bir derecelendirmeye göre puanlanmıştır: 0 = düşük sosyobilimsel muhakeme, 1 = orta sosyobilimsel muhakeme, 2 = yüksek sosyobilimsel muhakeme (Romine ve diğ., 2017). Kullanılan derecelendirmeye göre katılımcıların sosyobilimsel muhakemelerine dair nicel veriler elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen nicel verilerin analizi için SPSS istatistik programlarından faydalanılmıştır.



Şekil 2. Bütünleşik analiz çerçevesi (Wu & Tsai, 2011)

2.4. Güvenirlik ve Geçerlik

Bu çalışmada, güvenilirlik ve geçerliğin sağlanabilmesi için bazı teknikler kullanılmıştır. Bunlardan ilki, inandırıcılığın (iç geçerlik) sağlanması amacıyla kullanılan katılımcı teyidi tekniğidir (Lincoln & Guba, 1985). Katılımcıların sorulara verdikleri yanıtların analizi ile ilgili olarak, yapılan analizin katılımcıların kastettikleri doğrultusunda olup olmadığı ve herhangi bir önyargı içermediği iki öğretmen adayından görüş alınarak kontrol edilmiştir. Bunun yanı sıra, uzman incelemesi tekniği kullanılmış ve fen eğitimi alanından iki uzmandan verilerin kodlanması ile ilgili görüş alınmıştır. Uzman görüşü aynı zamanda açık uçlu soruların orijinalindeki senaryodan farklı olan iki senaryo bağlamında kullanılabilmesi için sorularda yapılan ifade değişikliği sonrasında da alınmıştır. Geçerlik çalışmaları kapsamında kullanılan bir diğer teknik de ayrıntılı betimleme olmuştur. İnfomal muhakeme biçimlerine ilişkin elde edilen nitel verilerin raporlaştırılması aşamasında yeterli detay verilmiş ve böylelikle aktarılabilirlik (dış geçerlik) sağlanmaya çalışılmıştır (Lincoln & Guba, 1985; Merriam, 1998). Geçerliğin sağlanabilmesi için ise, infomal muhakeme biçimlerine ilişkin elde edilen nitel verilerin bir kısmı her iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı kodlanmış ve kodlayıcılar arası güvenilirlik (inter-rater reliability) katsayısı hesaplanmıştır. Nitel verilerin analizinde öncelikle verilerin dörtte biri iki araştırmacı birlikte olacak şekilde kodlanmış ve bir kod listesi oluşturulmuştur. Sonrasında, yirmi katılımcının verileri bu kod listesine göre ve yeni çıkan kodları da kullanarak her iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı kodlanmıştır. Özellikle yeni çıkan kodlarla ilgili olarak bazı fikir ayrılıkları olsa da, yapılan tartışmalar sonrasında bir anlaşmaya varılmıştır. İki kodlayıcı arasında, %88 oranında anlaşma sağlanmıştır; dolayısıyla, kodlayıcılar arası güvenilirlik katsayısı 0.88 olarak hesaplanmıştır. Kodların ve kategorilerin son hali iki araştırmacı tarafından birlikte oluşturulmuştur.

Sosyobilimsel Muhakeme Ölçme Aracı ile elde edilen verilerin güvenilirliğine ise Cronbach's alpha katsayısı hesaplanarak bakılmıştır. Güvenirlik katsayısı olarak KR20 yerine Cronbach's alpha katsayısının tercih edilmesinin nedeni, KR20 katsayısının maddelerin ikili olarak (0, 1) puanlandığı testlerde kullanılması (Kaplan & Saccuzzo, 2009) ve bu çalışmada kullanılan Sosyobilimsel Muhakeme Ölçme Aracı'ndaki maddelerin üçlü derecelendirme (0, 1, 2) ile puanlanmış olmasıdır. Katılımcıların sosyobilimsel muhakeme sorularına verdikleri yanıtların analizi sonucu Cronbach's alpha katsayısı 0.70 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmadaki veriler dijital ortamda elde edildiğinden, lokasyon etkisinin iç geçerliğe bir tehdit olabileceği düşünülmüş (Fraenkel ve diğ., 2012) ve olası bu etkiyi minimize etmek için birtakım önlemler alınmıştır. Örneğin, katılımcılar öğrenim seviyesine göre dört gruba ayrılmış ve her bir grup günün benzer bir saatinde araştırmacı ile dijital ortamda bir araya gelmiştir. Katılımcıların rahat ve sessiz bir ortamda olup olmadıkları sorulmuş ve çalışmaya bu şartlar altında katılıp katılmadıklarından emin olunmuştur. Araştırmacı, katılımcılara gerekli tüm açıklamaları yapmış ve katılımcılar ara vermeden ve konsantre bir biçimde ölçme aracındaki sorulara yanıt vermiştir. Bu esnada katılımcıların birbirleri ile konuşmaları ve fikir alışverişini yapmalarının önüne geçilmiştir.

2.5. Çalışmanın Etik Onayı

Bu çalışmanın verileri toplanmadan önce gerekli tüm etik izinler alınmıştır. Elde edilen 2021/2 karar numaralı etik kurul izni Ek 2’de verilmiştir. Bunun yanı sıra, çalışmaya katılım gönüllü olduğundan, çalışmada, Ek 3’te belirtilen gönüllü katılım formu kullanılmıştır.

3. Bulgular

3.1. İnfomal Muhakeme Biçimleri

Fen bilimleri öğretmen adaylarının hidrolik kırılma ve doğal koruma alanlarının yönetimi konularındaki infomal muhakeme biçimlerine dair elde edilen verilerin nitel analiz sonuçlarına göre katılımcıların infomal muhakemelerine dair 6 temel kategori ortaya çıkmıştır: Sosyal odaklı, ekonomi odaklı, ekoloji odaklı, bilim ve/veya teknoloji odaklı, risk odaklı ve politik odaklı argümanlar. Elde edilen infomal muhakeme biçimlerine senaryolar bağlamında bakıldığında, hidrolik kırılma senaryosu bağlamında sosyal odaklı, ekonomi odaklı, ekoloji odaklı, bilim ve/veya teknoloji odaklı, risk odaklı ve politik odaklı argümanlara ulaşıırken, doğal koruma alanlarının yönetimi senaryosu bağlamında katılımcıların sosyal odaklı, ekonomi odaklı, ekoloji odaklı ve risk odaklı argümanlar geliştirdikleri görülmüştür. Bunların yanı sıra, katılımcıların geliştirdikleri argümanların ortalaması hesaplandığında, hidrolik kırılma senaryosu bağlamında toplamda ortalama 3.54 argüman, doğal koruma alanlarının yönetimi senaryosu bağlamında ise toplamda ortalama 2.93 argüman geliştirdikleri görülmüştür. Katılımcıların geliştirdikleri argümanların nasıl bir çeşitlilik gösterdiğine dair yapılan hesaplamada ise, hidrolik kırılma senaryosu bağlamında ortalama 2.54 çeşit argüman, doğal koruma alanlarının yönetimi senaryosu bağlamında ortalama 1.62 çeşit argüman geliştirdikleri görülmüştür (Tablo 2). Tablo 2 ve Tablo 3’te, hidrolik kırılma ve doğal koruma alanlarının yönetimi senaryoları bağlamında elde edilen infomal muhakeme biçimi kategorileri, bu kategoriler altında yer alan kodlar ve bu kodların tanımlamalarına yer verilmiştir.

Tablo 2

Senaryolar Bazında Toplam Argüman Sayısı ve Çeşidi

| Senaryo | Toplam argüman sayısı | | Toplam argüman çeşidi | |
|-----------------------------------|-----------------------|------|-----------------------|------|
| | M | SS | M | SS |
| Hidrolik kırılma | 3.54 | 1.67 | 2.54 | 0.98 |
| Doğal koruma alanlarının yönetimi | 2.93 | 1.16 | 1.62 | 0.75 |

3.1.1. Hidrolik Kırılma

Hidrolik kırılma konusunda katılımcıların en yüksek sayıda geliştirdikleri argümanlar ekoloji odaklı argümanlar olmuştur. Ekoloji odaklı argümanların içinde ise katılımcılar en çok su kirliliğine odaklanmışlar ve hidrolik kırılma faaliyetlerinin yeraltı sularında kirliliğe neden olacağını ifade etmişlerdir:

Katılımcı 21: “Yeraltı su tabakasının yüksek oranda etan, metan ve propan gibi çözünmüş organik gazlarla kirlendiği ve bu durumun suyun güvenliğini olumsuz etkilediği bulunmuştur. Bu yüzden hidrolik kırılma su kirliliğine yol açır elimizdeki doğal kaynakları kirlletmektedir.”

Katılımcı 26: “Basınç kullanılarak yapılan hidrolik kırılma sonucu oluşan çatlaklar büyümeye başlamış ve suya ulaşmıştır. Bu çatlaklardan çıkan gaz su ile etkileşime girerek suyu kirlletmiştir. Çevre Koruma Ajansı ve Birleşik Devletler Jeoloji Kurumu verilerine göre de bu duruma muhtemelen bölgedeki hidrolik kırılma çalışmaları neden olmaktadır.”

Katılımcı 34: “Hidrolik kırılmanın tercih edilmesi bence doğru değil çünkü bu teknikte su altına kimyasallar enjekte ediliyor, yüksek miktarda çıkan meta, etan, propan suyu olumsuz etkileyebilir.”

Ekoloji odaklı argümanlar kategorisinde değinilen bir diğer konu hidrolik kırılmanın çevreye ve canlı yaşamına verdiği zarar olmuştur. Çevreye ve canlı yaşamına verilen zarar ile kastedilen, hidrolik kırılma faaliyetleri sonucu oluşan çevre kirliliği ve doğaya verilen zarar ve bu faaliyetler sonucu suyun kirlenmesi ile suda yaşayan canlı türlerinin zarar görmesidir. Aşağıda verilen iki farklı alıntı sırasıyla çevreye verilen zarar ve canlı yaşamı kodlarına birer örnektir:

Katılımcı 19: “Doğa her zaman kendi dengesini sabit tutmak ister. Hidrolik kırılma faaliyetleri maalesef doğadaki dengeleri bozuyor.”

Katılımcı 20: “Hidrolik kırılma sadece insanın değil tüm canlıların yaşamı için tehdit edici bir unsurdur.”

Hidrolik kırılma konusundaki infomal muhakemeye dair elde edilen bulgularda katılımcıların ekoloji odaklı argümanlardan sonra en çok ekonomi odaklı argümanlar geliştirdikleri görülmüştür. Katılımcıların ekonomi odaklı argümanları enerji ihtiyacı ve ekonomik faydalara odaklanmaktadır. Enerji ihtiyacına odaklanan argümanlarda, hidrolik kırılma yöntemi ile elde edilecek yüksek miktarda doğalgaz sayesinde insanların enerji ihtiyacının büyük ölçüde karşılanacağı, ekonomik faydaları önceleyen argümanlarda ise hidrolik kırılma ile elde edilen doğalgaz sayesinde maddi açıdan kazanç sağlanacağı öne sürülmektedir. Aşağıda verilen üç farklı alıntı katılımcıların enerji ihtiyacına ve ekonomik faydalara odaklandıkları cevaplara birer örnektir:

Katılımcı 9: “Dünyada nüfus artıyor ve artan nüfusun enerjiye ihtiyacı var. Hidrolik kırılma yöntemiyle elde edilen doğal gaz, insan yaşamı için geleceğe dönük verimli bir kaynaktır.”

Katılımcı 28: “Hidrolik kırılma diğer doğal gaz çıkarma yöntemlerine göre çok daha fazla miktarda doğal gazın çıkarılmasına olanak sağlamaktadır.”

Katılımcı 27: “Ekonomik yönden avantajlıdır. Sonucunda bir gelir elde edilir ve insanlara iş olanağı sunar.”

Katılımcıların yanıtlarından elde edilen bir diğer infomal muhakeme çeşidinin ise bilim ve/veya teknoloji odaklı argümanlar olduğu görülmüştür. Katılımcıların bilim ve teknoloji odaklı argümanlarının analizi sonucu güvenli yöntem ve etkili yöntem kodları elde edilmiştir. Güvenli yöntem kodu ile katılımcıların hidrolik kırılmanın diğer yöntemlere göre çevreye daha az zarar veren bir yöntem olması, etkili yöntem ile ise hidrolik kırılma yönteminin ulaşılması zor olan doğalgaz rezervlerine bile ulaşabilen ve böylelikle yüksek miktarda enerji elde edilmesine olanak sağlaması kastedilmiştir. Aşağıda verilen iki farklı alıntı sırasıyla güvenli yöntem ve etkili yöntem kodlarına birer örnektir:

Katılımcı 26: “Hidrolik kırılma yönteminde uygulanan basınç, suyun 1500-2000 metre altına etki etmektedir ve uygulanan kuvvet yapılan hesaplamalara göre oluşacak çatlakların yer altı su kaynaklarına ulaşacak kadar ilerleyemeyeceğini göstermiştir.”

Katılımcı 21: “... hidrolik kırılma daha önce ulaşılması güç olan rezervlere erişimi mümkün kılıp doğalgaz çıkarılmasını sağlamaktadır.”

Tablo 3

Hidrolik Kırılma Konusuna İlişkin İnfomal Muhakeme Biçimleri ve Kod Tanımları

| Muhakeme biçimi | Kod | Kod tanımı | f | % |
|--|-----------------------|---|----|-------|
| Sosyal odaklı argümanlar | İnsan sağlığı | Hidrolik kırılma faaliyetlerinin su kaynaklarını kirletmesi sonucu insan sağlığının olumsuz etkilenmesi | 19 | 11.72 |
| Ekonomi odaklı argümanlar | Enerji ihtiyacı | Hidrolik kırılma yöntemi ile insanların ihtiyaç duyduğu enerjinin yüksek miktarlarda elde edilebilmesi | 22 | 13.58 |
| | Ekonomik faydalar | Hidrolik kırılma yöntemi ile elde edilen doğalgaz sayesinde elde edilen maddi kazanç | 19 | 11.72 |
| Ekoloji odaklı argümanlar | Su kirliliği | Hidrolik kırılma faaliyetlerinin yeraltı sularında kirliliğe neden olması | 48 | 29.62 |
| | Çevreye verilen zarar | Hidrolik kırılma faaliyetleri sonucu oluşan çevre kirliliği ve doğaya verilen zarar | 12 | 7.40 |
| | Canlı yaşamı | Hidrolik kırılma faaliyetleri sonucu suyun kirlenmesi ile suda yaşayan canlı türlerinin zarar görmesi | 6 | 3.70 |
| Bilim veya teknoloji odaklı argümanlar | Güvenli yöntem | Hidrolik kırılmanın çevreye zarar vermeyen bir yöntem olması | 12 | 7.40 |
| | Etkili yöntem | Hidrolik kırılma yöntemi ile ulaşılması zor olan doğalgaz rezervlerine ulaşılabilir olması | 10 | 6.17 |

Tablo 3'ün devamı

| | | | | |
|---------------------------|-----------------------|--|---|------|
| Risk odaklı argümanlar | Gaz sızıntısı riski | Hidrolik kırılma faaliyetleri sonucu zararlı gazların sızıntı sonucu suya karışma riski | 3 | 1.85 |
| | Deprem ve çökme riski | Hidrolik kırılma faaliyetleri esnasında uygulanan basınç sebebiyle yer altında çökmelerin oluşması ve depremlerin meydana gelme ihtimali | 4 | 2.46 |
| Politik odaklı argümanlar | Gelişmiş ülke | Hidrolik kırılma ile elde edilen doğalgazdan elde edilen maddi kazancın ülkenin gelişmesine katkı sağlaması | 5 | 3.08 |
| | Politik güç | Hidrolik kırılma ile elde edilen doğalgaz sayesinde dışa bağımlılığın azalması ve elde edilen uluslararası güç | 2 | 1.23 |

Hidrolik kırılma konusunda geliştirilen argümanların bazıları ise sosyal odaklı argümanlar olmuştur. Katılımcılar, sosyal odaklı argümanlar kapsamında hidrolik kırılmanın insan sağlığına olası etkilerine odaklanmışlardır. Aşağıda verilen iki farklı alıntı katılımcıların hidrolik kırılma konusuna ilişkin insan sağlığı açısından öne sürdüğü argümanlara örnektir:

Katılımcı 28: “Hidrolik kırılma Pavilion halkının suyunun kirlenmesine neden olarak halkın sağlığını olumsuz etkilemektedir.”

Katılımcı 45: “Doğalgaz az miktarda da olsa daha sağlıklı yöntemlerle çıkarılabilir ama temiz su kaynaklarını yeniden yaratmak veya onları temizlemek çok zor veya imkânsızdır. Suya karışan kimyasallar uzun vadede orada yaşayan insanların genlerinde kötü etkiler bırakarak kanser gibi hastalıklara yol açabilir.”

Son olarak, katılımcılar, hidrolik kırılma senaryosu bağlamında risk odaklı ve politik odaklı argümanlar geliştirmişlerdir. Risk odaklı argümanlar içerisinde gaz sızıntısı ve deprem ve çökme riski olmak üzere iki farklı kod kapsamındaki argümanlar elde edilmiştir. Gaz sızıntısı riski, hidrolik kırılma faaliyetleri sonucu ortaya çıkabilecek zararlı gazların sızıntı sonucu suya karışma riskidir. Deprem ve çökme riski ise hidrolik kırılma faaliyetleri sırasında uygulanan basınç sebebiyle yer altında çökmelerin oluşması ve oluşan bu çökmelerin sonucunda depremlerin meydana gelme ihtimali olarak tanımlanmıştır. Aşağıda verilen üç alıntı sırasıyla katılımcıların gaz sızıntısı riski ve deprem ve çökme riski kodlarına birer örnektir: Katılımcı 31: “Hidrolik kırılma yönteminde kayaların çatlaması sonucu gaz çıkışı meydana geliyor. Etan, metan, propan gibi gazlar tehlike arz ediyor.” Katılımcı 42: “Hidrolik kırılma yönteminde yer altına basınçlı su bırakılarak çatlaklar oluşturuluyor ve bu çatlaklar açık bırakılıyor, bu çatlaklar deprem oluşma riskini artırabilir.” Katılımcı 32: “Zaten yer altındaki suların kendine ait bir basıncı vardır. Hidrolik kırılma yönteminde olası kontrolsüz güç kullanımında ya da dönen suyun çok çekilmesi sonucunda çökmeler meydana gelebilir, bu da tehlikelidir.”

Katılımcıların geliştirdiği politik odaklı argümanların kodlanmasında ise gelişmiş ülke ve politik güç kodları kullanılmıştır. Gelişmiş ülke kodu hidrolik kırılma ile elde edilen doğalgazdan elde edilen maddi kazancın ülkenin gelişmesine katkı sağlaması olarak tanımlanmıştır. Politik güç kodu ise hidrolik kırılma ile elde edilen doğalgaz sayesinde dışa bağımlılığın azalması ve elde edilen uluslararası güç olarak tanımlanmıştır. Aşağıda verilen üç alıntı gelişmiş ülke ve politik güç kodlarına örnektir: Katılımcı 13: “Ülkemizin gelişiminde enerji kaynağı olarak doğalgaz elde edilmesi önemli bir gelişmedir, ülkenin ilerlemesini sağlar.”

Katılımcı 27: “Hidrolik kırılma ile elde edilen doğalgaz sonucu dışa bağımlılık azalır.”

Katılımcı 41: “Hidrolik kırılma yöntemiyle elde edilen doğalgaz sonucu maddi kazanç sağlanır ve bu da uluslararası güç demektir.”

3.1.2. Doğal Koruma Alanlarının Yönetimi

Doğal koruma alanlarının yönetimi konusundaki informal muhakeme biçimlerine bakıldığında, katılımcıların en yüksek sayıda geliştirdikleri argümanlar hidrolik kırılma konusuna benzer biçimde ekoloji odaklı argümanlar kategorisinde olmuştur (Tablo 4). Ekoloji odaklı argümanların içinde ise katılımcılar en çok doğal dengenin bozulmasına odaklanmışlar ve Branville Koyundaki gemi taşımacılığı faaliyetlerinin bölgenin doğal dengesine zarar vereceğini ifade etmişlerdir. Aşağıda verilen alıntılar katılımcıların doğal dengenin bozulmasına değinen ekoloji odaklı argümanlarına birer örnektir:

Katılımcı 17: “Geçmişten gelen bir düzen ve yüzyıllar süren bir ekolojik denge vardır ve bunun gemi taşımacılığı ticari faaliyetleri ile sekteye uğradığı oldukça açıktır.”

Katılımcı 21: “Pek çok balık, kuş ve diğer vahşi yaşam için üreme bölgesi olması sebebiyle Branville Koyu hassas bir ekolojik bölgedir. Branville Yaban Hayatını Koruma Vakfı'nın yöneticileri balık sayıları, kuş sayıları ve su kalitesi değerlerinde düşüş olduğunu rapor etmeye başlamışlardır. Bu yöneticiler Branville limanındaki yoğun gemi trafiğın Branville Koyu'ndaki ekosisteme zarar verdiği sonucuna varmışlardır. Doğa ve içerisinde yaşayan canlılara herhangi bir amaçla zarar verilmesine müsaade edilmemelidir.”

Katılımcı 40: “Doğa ile iç içe uyum içinde yaşamamız gerektiğinden doğal ortamlara zarar vermemizin yanlış olduğunu düşünüyorum. Kendimiz için yarar sağladığımızı düşünürken aslında diğer canlılara zarar vererek doğal döngüyü etkiliyoruz ve böylelikle her iki tarafa da zarar vermiş oluyoruz.”

Doğal dengenin bozulmasının yanı sıra, katılımcılar, ekoloji odaklı argümanlarında Branville Koyundaki gemi taşımacılığı faaliyetlerinin su kirliliğine sebep olduğuna ve bununla birlikte canlı yaşamına zarar verdiğine değinmişlerdir. Su kirliliğine sebep olmak ve canlı yaşamına zarar vermek ile kastedilen, Branville Koyundaki gemi taşımacılığı faaliyetleri sonucu oluşan su kirliliği ve bu faaliyetler sonucu suyun kirlenmesi ile suda yaşayan canlı türlerinin zarar görmesidir. Aşağıda verilen iki farklı alıntı sırasıyla su kirliliği ve canlı yaşamı kodlarına birer örnektir:

Katılımcı 5: “Gemi taşımacılığı sudaki canlılara zarar vermekte ve suyun kalitesini etkilemektedir bundan dolayı gemi taşımacılığını durdurulması gerektiğini düşünüyorum.”

Katılımcı 26: “Su içinde gemi ve botlardan salınan karbondioksit ve zehirli atıklar, koydan itibaren hassas bölgelere doğru ulaşıp oradaki sulara karışmaktadır. Bu hassas bölgelere karışan karbondioksit ve zehirli atıklar toprakla etkileşime girerek bitkileri yok etmekte ve bitkileri zehirli hale getirmektedir. Bu bitkileri yiyen hayvan popülasyonlarında da dış etkiye bağlı olarak azalmalar yaşanabilir.”

Son olarak, bazı katılımcılar ekoloji odaklı argümanlarında sadece gemi taşımacılığı faaliyetlerinin değil, yerel halkın yürüttüğü balıkçılık faaliyetlerinin de ekolojik olarak hassas olan Branville Koyu'na zarar verdiklerini öne sürmüşlerdir. Aşağıda verilen alıntı balıkçılık faaliyeti koduna bir örnektir:

Katılımcı 38: “Yerli balıkçıların botları kullanarak koyun en hassas sularında balıkçılık yapması ekosisteme zarar vermektedir.”

Doğal koruma alanlarının yönetimi konusundaki infomal muhakemeye dair elde edilen bulgularda katılımcıların ekoloji odaklı argümanlardan sonra en çok ekonomi odaklı argümanlar geliştirdikleri görülmüştür. Katılımcıların ekonomi odaklı argümanlarının ulaşım ve lojistik faaliyetlerine odaklandığı ve Branville limanına gelen sevkiyat gemileri sayesinde ticaret yapılması ve maddi kazanç elde edilmesi ile ilgili oldukları görülmüştür. Aşağıda verilen alıntılar katılımcıların ulaşım ve lojistik faaliyetlerinden bahsettikleri argümanlara örnektir:

Katılımcı 13: “Petrol, yiyecek ve benzeri maddelerin taşımacılığı ekonomiye olumlu etki sağlar.”

Katılımcı 29: “Limanda yapılan taşımacılık ve alışverişle kentin ticareti gelişir ve bu durum ülke ekonomisine katkı sağlar.”

Katılımcı 46: “Branville Koyu'nda gemi taşımacılığı yapılmasını destekleyen birisi dünyanın her yerinden gemilerin Branville limanına yanaşıp petrol, kıyafet, oyuncak ve meyve gibi ürünlerin teslimatını yaptıklarını ve sonrasında da bu ürünlerin diğer bölgelere dağıtılmakta olduğundan bahsedirdi.”

Doğal koruma alanlarının yönetimi konusundaki infomal muhakemeye dair elde edilen bulgularda katılımcıların sunmuş olduğu argüman çeşidinden bir diğeri ise sosyal odaklı argümanlardır. Katılımcıların, sosyal odaklı argümanlarında Branville Koyu'nun ekolojik olarak zarar görmesi sonucu yerel halkın başta balıkçılık olmak üzere geçim kaynaklarının azalmasına odaklandıkları görülmüştür. Yerel halkın geçim kaynağı kodu ekonomi ile ilişkili görünse de, burada toplumun, bir başka deyişle, yerel halkın refahının doğrudan olumsuz etkilendiği bir durum var olduğundan, bu kod sosyal odaklı argümanlar kategorisinin altına koyulmuştur. Aşağıda verilen alıntılar katılımcıların yerel halkın geçim kaynağına odaklanan argümanlarına örnektir:

Katılımcı 7: “Her ne için olursa olsun bölge halkının geçim haklarını ihlal edecek bir durum kabul edilmemelidir.”

Katılımcı 28: “Gemi taşımacılığı faaliyetleri geçimini balık tutarak geçiren insanları olumsuz etkilemektedir.”

Katılımcı 47: “Gemi taşımacılığı faaliyetleri, yerli halkın besin kaynağının azalmasına sebep olabilir.”

Doğal koruma alanlarının yönetimi konusuna ilişkin son olarak, risk odaklı argümanlar elde edilmiştir. Katılımcılar, risk odaklı argümanlarında Branville limanına gelen sevkiyat gemilerinden ekolojik olarak hassas sulara olabilecek petrol sızıntısı riskinden bahsetmişlerdir. Aşağıda verilen örnekler petrol sızıntı riski ile ilgilidir:

Katılımcı 22: “Branville Koyu’na yanaşan gemilerin örneğin alabora olması durumunda, taşıdığı petrol gibi malzemeler suya karışabilir ve sudaki canlılara zarar verebilir.”

Katılımcı 12: “Branville Koyu’nda gemi taşımacılığı faaliyetlerinin yapılması gerektiğini savunan birine, daha önceden yayınlanan gemilerin petrol ve atık sızıntısı haberlerini gösterirdim.”

Tablo 4

Doğal Koruma Alanlarının Yönetimi Konusuna İlişkin İnfomal Muhakeme Biçimleri ve Kod Tanımları

| Muhakeme biçimi | Kod | Kod tanımı | f | % |
|---------------------------|---------------------------------|--|----|-------|
| Sosyal odaklı argümanlar | Yerel halkın geçim kaynağı | Branville Koyu’nun ekolojik olarak zarar görmesi sonucu yerel halkın başta balıkçılık olmak üzere geçim kaynaklarının azalması | 6 | 4.51 |
| Ekonomi odaklı argümanlar | Ulaşım ve lojistik faaliyetleri | Branville limanına gelen sevkiyat gemileri sayesinde ticaret yapılması ve maddi kazanç elde edilmesi | 31 | 23.31 |
| Ekoloji odaklı argümanlar | Doğal dengenin bozulması | Branville Koyu’ndaki gemi taşımacılığı faaliyetlerinin bölgenin doğal dengesine zarar vermesi | 43 | 32.33 |
| | | Branville Koyu’ndaki gemi taşımacılığı faaliyetlerinin Branville Koyu’nda su kirliliğine sebep olması | 17 | 12.8 |
| | Canlı yaşamı | Branville Koyu’ndaki gemi taşımacılığı faaliyetleri sonucu Branville Koyu’nda yaşayan su canlıları ve kuşların zarar görmesi | 30 | 22.55 |
| | Balıkçılık faaliyetleri | Yerel halkın yürüttüğü balıkçılık faaliyetlerinin ekolojik olarak hassas olan Branville Koyu’na zarar vermesi | 4 | 3.0 |
| Risk odaklı argümanlar | Petrol sızıntısı riski | Branville limanına gelen sevkiyat gemilerinden ekolojik olarak hassas sulara petrol sızıntısı riski | 2 | 1.50 |

3.2. Sosyobilimsel Muhakeme Yeterlikleri

Fen bilimleri öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakeme yeterlikleri, hidrolik kırılma ve doğal koruma alanlarının yönetimi konuları ile ilgili iki farklı senaryo bağlamında nicel olarak ölçülmüştür. Sosyobilimsel muhakeme boyutlarının her biri için elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5’te gösterilmiştir. Buna göre, fen bilimleri öğretmen adaylarının yeterliklerinin en yüksek olduğu boyut çoklu perspektifler boyutudur ($M=1.24$, $SS=0.55$). İkinci en yüksek ortalama ise karmaşıklık boyutu için elde edilmiştir ($M=0.90$, $SS=0.58$). Katılımcıların puanlarından elde edilen en düşük ortalamanın ise sürmekte olan araştırmalara tabi olmak boyutunda olduğu görülmüştür ($M=0.68$, $SS=0.40$).

Katılımcıların sosyobilimsel muhakeme yeterlikleri iki farklı senaryo bağlamında ele alındığında, hidrolik kırılma senaryosu için ortalama 0.92 olarak hesaplanmışken, doğal koruma alanlarının yönetimi senaryosu için ortalama 0.82 olarak hesaplanmıştır. Katılımcıların iki senaryo birlikte düşünüldüğünde sosyobilimsel muhakeme yeterliklerine dair ortalaması 0.90 olarak elde edilmiştir.

Tablo 5

Sosyobilimsel Muhakeme Yeterlikleri Betimsel Analiz Sonuçları

| Sosyobilimsel muhakeme boyutları/senaryo | M | SS |
|--|------|------|
| Karmaşıklık | 0.90 | 0.58 |
| Çoklu perspektifler | 1.24 | 0.55 |
| Sürmekte olan araştırmalara tabi olmak | 0.68 | 0.40 |
| Şüphencilik | 0.79 | 0.50 |
| Hidrolik kırılma | 0.92 | 0.38 |
| Doğal koruma alanlarının yönetimi | 0.82 | 0.34 |
| Sosyobilimsel muhakeme | 0.90 | 0.32 |

Fen bilimleri öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakeme yeterlikleri her bir boyut için ve her iki senaryo bağlamında ayrı ayrı incelendiğinde elde edilen sonuçlar Tablo 6’da gösterilmiştir. Sonuçlara göre, her iki senaryo bağlamı için de çoklu perspektifler boyutunda elde edilen ortalama değer en yüksektir ($M=1.37$, $SS=0.75$; $M=1.11$, $SS=0.77$). Bunun yanı sıra, Sosyobilimsel Muhakeme Ölçme Aracı’nın tümü için elde edilen analiz sonuçlarına benzer olarak, ikinci en yüksek ortalama karmaşıklık boyutunda ($M=1.91$, $SS=0.72$; $M=0.88$, $SS=0.62$) ve en düşük ortalama ise sürmekte olan araştırmalara tabi olmak boyutunda hesaplanmıştır ($M=0.76$, $SS=0.50$; $M=0.59$, $SS=0.44$).

Tablo 6

Senaryolar Bağlamında Sosyobilimsel Muhakeme Yeterlikleri

| Sosyobilimsel muhakeme boyutları/senaryo | M | SS |
|--|------|------|
| Hidrolik kırılma senaryosu | | |
| Karmaşıklık | 1.91 | 0.72 |
| Çoklu perspektifler | 1.37 | 0.75 |
| Sürmekte olan araştırmalara tabi olmak | 0.76 | 0.50 |
| Şüphencilik | 0.78 | 0.60 |
| Doğal koruma alanlarının yönetimi senaryosu | | |
| Karmaşıklık | 0.88 | 0.62 |
| Çoklu perspektifler | 1.11 | 0.77 |
| Sürmekte olan araştırmalara tabi olmak | 0.59 | 0.44 |
| Şüphencilik | 0.80 | 0.51 |

4. Tartışma

4.1. İnfomal Muhakeme Biçimleri

Bu çalışmada, fen bilimleri öğretmen adaylarının hidrolik kırılma ve doğal koruma alanlarının yönetimi konularında çeşitli infomal muhakeme biçimleri gösterdikleri, geliştirilen argümanların ekoloji, ekonomi, sosyal, bilim ve teknoloji, risk ve politik odaklı argümanlar olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra öğretmen adaylarının her iki senaryo bağlamında da farklı kombinasyonlarda ortalama birden fazla çeşitte argüman ortaya koydukları görülmüştür. Bu bulgular, daha önce Tayvan bağlamında yapılan çalışmalardan, yeni argüman türleri içermesi bakımından farklılık göstermektedir (Wu & Tsai, 2007, 2011). Wu ve Tsai (2011) tarafından nükleer enerji bağlamında yapılan çalışmada, katılımcıların infomal muhakeme biçimleri incelendiğinde ekoloji, ekonomi, sosyal, bilim ve/veya teknoloji odaklı argümanlar elde edilmiştir. Ozturk & Yılmaz-Tuzun (2017) tarafından Türkiye bağlamında yapılan çalışmada ise öğretmen adaylarının nükleer enerji ile ilgili infomal muhakeme biçimlerinin ekoloji, ekonomi, sosyal, bilim ve/veya

teknoloji odaklı argümanların yanı sıra risk ve politik odaklı argümanlar da içerdiği görülmektedir. Bu çalışmada da, nükleer enerji konusundan farklı bağlamlar araştırıldığı halde, hidrolik kırılma konusuna ilişkin Wu ve Tsai (2011) tarafından ortaya konulan informal muhakeme biçimlerinin yanı sıra risk ve politik odaklı argümanlar ortaya koyulmuştur. Benzer şekilde, Türkiye bağlamında yapılan Cebesoy ve Chang-Rundgren (2021) ve Karisan ve Cebesoy (2021) çalışmalarında genetik ile ilişkili SBK senaryoları bağlamında öğretmen adaylarının birden fazla çeşitte argüman öne sürebildikleri; fakat her bir senaryo bazında ayrı ayrı incelendiğinde kullanılan argüman çeşidinin birbirinden farklılık gösterdiği ortaya koyulmuştur.

Öte yandan, Ozturk & Yılmaz-Tuzun (2017) tarafından yapılan çalışmada elde edilen risk odaklı argümanların toplam argüman sayısı içindeki oranına bakıldığında, bu çalışmada elde edilen risk odaklı argüman oranından oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun, ele alınan SBK ile ilgili olduğu söylenebilir. Ozturk & Yılmaz-Tuzun (2017) çalışmasında ele alınan nükleer enerji konusu Türkiye için gündemde olan bir konudur çünkü Türkiye’de yapılmakta olan nükleer enerji santralleri vardır ve toplumda bu konu ile ilgili tartışmalar halen devam etmektedir. Bu çalışma kapsamında ele alınan hidrolik kırılma konusuna bakıldığında, bu yöntem ile enerji elde edilmesi Türkiye’de gündemde olan bir konu değildir ve hidrolik kırılma yöntemi Türkiye’de henüz enerji elde etmek amacıyla kullanılan yöntemler arasında bilinen bir yöntem değildir. Katılımcıların hidrolik kırılma konusunda nükleer enerji konusunda olduğu kadar risk odaklı argüman geliştirememelerinin sebebi buna bağlanabilir. Politik odaklı argümanların toplam argümanlar içindeki oranına bakıldığında ise bu çalışmanın Ozturk & Yılmaz-Tuzun (2017) çalışması ile bir benzerlik gösterdiği görülmektedir. Her iki çalışmada da hem oran bakımında hem de politik odaklı argümanların içerikleri bakımında bir benzerlik vardır. Öğretmen adaylarının geliştirdikleri politik odaklı argümanlar genellikle ülkenin politik gücünün artması ve elde edilen ekonomik ve stratejik faydalar ile daha gelişmiş bir ülke haline gelmesi ile ilgilidir. Örneğin öğretmen adayları hidrolik kırılma yöntemiyle elde edilen enerji ile ülke ekonomisinin gelişeceğini ve başka ülkelerden yüksek miktarlarda ödemeler yapılarak enerji alımının önüne geçileceğini öne sürmüşlerdir. Bu durum, Türkiye’nin ekonomisi gelişmekte olan bir ülke olması ve enerji ihtiyacının büyük kısmını çevre ülkelerden satın alan bir ülke olması ile ilgili olabilir. Elde edilen bu bulgular, öğretmen adaylarının informal muhakeme biçimlerinin SBK bağlamına göre farklılık gösterdiğini destekler niteliktedir (Topcu, Sadler, & Yılmaz-Tüzün, 2010). Öğretmen adaylarının informal muhakeme biçimlerinin senaryolar bazında değişiklik gösterdiğini destekleyen bir diğer bulgu ise, doğal koruma alanlarının yönetimine ilişkin informal muhakeme çeşidi sayısının hidrolik kırılma konusuna ilişkin sayıdan daha az olmasıdır. Katılımcılar, hidrolik kırılma bağlamında 6 farklı argüman çeşidini de kullanarak muhakeme yapabilmişken (ekoloji, ekonomi, sosyal, bilim ve/veya teknoloji, risk ve politik odaklı argümanlar), doğal koruma alanlarının yönetimi konusuna ilişkin dört farklı argüman çeşidi kullanmışlardır (ekoloji, ekonomi, sosyal ve risk odaklı). Bunun yanı sıra toplam argüman sayısında ve toplam argüman çeşidi sayısında da hidrolik kırılma senaryosunda daha yüksek ortalamalar elde edilmiştir. Bu durum, bireylerin geçmiş yaşamlarının, tartıştıkları SBK’larla ilgili kişisel deneyimlerinin ve içinde buldukları sosyokültürel yapının, onların SBK’larla ilgili yaptıkları informal muhakemelerini etkileyen önemli birer faktör olması ile açıklanabilir (Christenson, Chang-Rundgren, & Höglund, 2012; Lee & Grace, 2012). Hidrolik kırılma yöntem olarak Türkiye’de kullanılmıyor olsa dahi doğalgazın ithal edilmesi, doğalgaz fiyatları ve doğalgazın elde edilmesinde dışa bağımlılık konuları Türkiye için oldukça gündemde olan konulardır. Öte yandan, doğal koruma alanlarının yönetimi ile ilgili verilen senaryoda bahsi geçen yerel halk, yerel Amerikalılar kavramları ile yerel Amerikalıların farklı haklar talep etmesi konuları Türkiye bağlamı açısından bakıldığında yabancı birer kavramdır. Bu çalışmanın katılımcıların hidrolik kırılma bağlamında daha çok ve çeşitli sayıda argüman geliştirmiş olmalarının sebebi bu durum ile açıklanabilir.

Katılımcıların informal muhakeme biçimlerinin tümüne bakıldığında ise, hem hidrolik kırılma hem de doğal koruma alanlarının yönetimi konusunda en çok ekoloji odaklı argümanlar geliştirdikleri görülmüştür. Bu durum, fen bilimleri öğretmen adaylarının hidrolik kırılma yöntemi ile enerji elde etmenin ve ekolojik olarak hassas bölgelerde gemi taşımacılığı faaliyetleri yürütmenin en çok ekolojiye olan etkilerine odaklandıklarını göstermektedir. Türkiye bağlamında yapılan Namdar ve diğ. (2020) ve Ozturk & Yılmaz-Tuzun (2017) çalışmalarında da benzer bir bulgu elde edilmiştir. Namdar ve diğ. (2020), hidroelektrik enerji konusunda informal muhakemeyi incelediği çalışmasında, fen bilimleri öğretmen adaylarının en çok ekoloji odaklı argümanlar geliştirdiklerini ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra nükleer enerji bağlamında yapılan Ozturk & Yılmaz-Tuzun (2017) çalışmasında da fen bilimleri öğretmen adayları benzer şekilde en fazla ekoloji odaklı argümanlar geliştirmişlerdir. Bu durum, Türkiye’deki fen bilimleri öğretmen adaylarının ekoloji ile yakından ilgili SBK’lar hakkında argüman geliştirirken insan merkezci bir yaklaşım yerine ekoloji merkezci bir yaklaşıma daha eğilimli olduklarını göstermektedir (Tuncay, Yılmaz-Tüzün, & Tuncer-Teksöz, 2012). Katılımcıların geliştirdikleri en yüksek orandaki ikinci argüman çeşidi ise her iki senaryo bağlamında da ekonomi odaklı argümanlar olmuştur. Katılımcıların geliştirdikleri ekonomi odaklı argümanlar hidrolik kırılma bağlamında enerji ihtiyacının karşılanması ve elde edilecek olası ekonomik faydalara odaklanırken, doğal koruma alanlarının yönetimi konusunda ulaşım ve lojistik faaliyetleri sonucu elde edilecek kazanç odaklanmıştır. Elde edilen

bu bulgu, öğretmen adaylarının SBK'lar bağlamında argüman geliştirirken ekolojiye verilebilecek olası zararlara odaklanmanın yanı sıra, ekonomiyi de önceliklediklerini göstermektedir.

Yapılan çalışmalar, bireylerin SBK'larla ilgili geliştirdikleri muhakemelerinin çeşidi ve kapsamının yaşadıkları toplumun kültürel yapısı ve kendi yaşamları ile o konular arasında kurdukları bağ ile, bir başka deyişle kişisel deneyimleri ile ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Christenson ve diğ., 2012; Lee & Grace, 2012). Buna bağlı olarak, katılımcıların ekonomi odaklı argümanlarının sayıca yüksek olmasının, Türkiye'nin enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılamak için dışa bağımlı olması ve vatandaşlarının yaşam standartlarını ve iş bulma imkânlarını yükseltmek amacıyla ekonomisini güçlendirmeye çalışan bir ülke olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Hidrolik kırılma yöntemi bir doğalgaz elde etme yöntemidir ve doğalgaz, Türkiye'de enerji ihtiyacının karşılanmasında en çok kullanılan enerji türlerindedir (Nalbant, Kayalica, Kayakutlu, & Kaya, 2020). Bunun yanı sıra, enerji harcamalarına bakıldığında Türkiye enerji ihtiyacının %76'sını yabancı ülkelere satın aldığı enerji ile karşılamaktadır (Nalbant ve diğ., 2020). Tüm bunlar, katılımcıların, çalışma kapsamında kullanılan iki senaryo bağlamında da ekoloji odaklı argümanlardan sonra ekonomiyi odaklanmaları ve geliştirdikleri argümanlarda ekonomik faydaları gözetmelerinin sebebi olarak gösterilebilir.

Fen bilimleri öğretmen adaylarının SBK'lara ilişkin infomal muhakeme geliştirirken ne kadar çeşit argüman kullandıklarına bakıldığında ise, hidrolik kırılma konusunda ortalama 2.54 çeşit argüman, doğal koruma alanlarının yönetimi konusunda ise ortalama 1.62 çeşit argüman geliştirdikleri görülmüştür. İnfomal muhakeme biçimleri kapsamında ele alınan toplam argüman çeşidi sayısının 6 olduğu düşünüldüğünde, katılımcılar her bir argüman çeşidinden ortalama birer argüman bile önerememişlerdir. Bu sonuçlar, Türkiye bağlamında fen bilimleri öğretmen adaylarıyla hidrolik enerji santralleri bağlamında yapılan Namdar ve diğ. (2020) çalışmasının sonuçları ile paralellik göstermektedir. Namdar ve diğ. (2020), toplamda 6 adet infomal muhakeme biçiminin elde edildiği çalışmada, katılımcıların infomal muhakeme biçimlerinin ortalamasını 2.83 olarak rapor etmişlerdir.

4.2. Sosyobilimsel Muhakeme Yeterlikleri

Katılımcılardan sosyobilimsel muhakeme yeterliklerine dair elde edilen verilerin analizi sonucu bu yeterliklerin alt boyutları ve senaryolar arası durumların yorumlanması için bazı önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Öncelikle, her iki senaryo birlikte düşünüldüğünde, fen bilimleri öğretmen adaylarının en yüksek ortalamaya sahip olduğu boyutlar çoklu perspektifler ve karmaşıklık olmuştur. Sosyobilimsel muhakeme yeterliklerinin sürmekte olan araştırmalara tabi olmak ve şüphecilik boyutlarındaki ortalamalar daha düşüktür ve dört boyut için elde edilen en düşük ortalama sürmekte olan araştırmalara tabi olmak boyutuna aittir. Bu durum, fen bilimleri öğretmen adaylarının çoklu perspektifler ve karmaşıklık boyutlarına ilişkin sosyobilimsel muhakeme yeterliklerinin diğer iki boyuta göre daha gelişmiş olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, katılımcıların sürmekte olan araştırmalara tabi olmak boyutunda, diğer boyutlara göre en zayıf yeterliğe sahip oldukları görülmüştür. Bir diğer deyişle, fen bilimleri öğretmen adaylarının SBK'ların karmaşık yapıda birer problem olduğunu ve bu SBK'larla ilgili farklı perspektiflerde görüşlerin olabileceğini fark etme konularındaki yeterlikleri, SBK'ların sürmekte olan araştırma sonuçlarına göre değişiklik gösterebileceği ve bu konularla ilgili bilgiler yorumlanırken her zaman şüphe ile yaklaşılması gerektiği konularındaki yeterliklerine göre daha gelişmiştir.

Sosyobilimsel muhakeme yeterliklerine senaryolar bağlamına bakıldığında, hidrolik kırılma senaryosu için elde edilen ortalama değer doğal koruma alanlarının yönetimi senaryosu için elde edilen ortalama değerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Her bir boyut için bakıldığında ise, hem hidrolik kırılma hem de doğal koruma alanlarının yönetimi senaryoları bağlamında fen bilimleri öğretmen adaylarının karmaşıklık ve çoklu perspektifler boyutlarında diğer iki boyuta göre daha yüksek yeterliğe sahip oldukları görülmektedir. Her iki senaryo bağlamında da elde edilen en düşük ortalama sürmekte olan araştırmalara tabi olmak boyutundadır.

Sosyobilimsel muhakeme yeterliklerinin analizi için kullanılan rubriğe göre 0 = düşük sosyobilimsel muhakeme, 1 = orta sosyobilimsel muhakeme, and 2 = yüksek sosyobilimsel muhakeme olarak sınıflandırılmıştır (Romine ve diğ., 2017). Elde edilen verilerin analizine göre, katılımcıların her iki senaryo birlikte bakıldığında, karmaşıklık, sürmekte olan araştırmalara tabi olmak ve şüphecilik boyutlarında düşük sosyobilimsel muhakeme, çoklu perspektifler boyutunda ise orta düzey sosyobilimsel muhakeme yeterliklerine sahip olduğu görülmüştür. Senaryolar bağlamında ise, katılımcıların her iki senaryo için yalnızca çoklu perspektifler boyutu için orta düzey yeterlikte oldukları, diğer boyutlar için düşük düzey yeterlik gösterdikleri görülmüştür.

Sosyobilimsel muhakeme yeterliklerine dair yapılan çalışmalar, bu yeterliklerin boyutları arasında bir hiyerarşi olduğunu ortaya koymuşlardır. Sosyobilimsel muhakeme kavramı ile ilgili alanın öncülerinden biri olan Romine ve diğ. (2020) çalışmasında sosyobilimsel muhakeme yeterlikleri boyutlarında sürmekte olan araştırmalara tabi olmak ve şüphecilik boyutlarının karmaşıklık ve çoklu perspektifler boyutlarına göre daha yüksek seviye yeterlikler olduğunu ifade etmişlerdir. Bir başka deyişle, bireylerin SBK'larla ilgili muhakeme yaparken sürmekte olan

araştırmalara tabi olmak ve şüphecilik boyutlarında yüksek ortalamalara sahip olmasının daha zor olduğu ortaya koyulmuştur. Bunun yanı sıra, karmaşıklık ve çoklu perspektifler boyutlarında yüksek ortalamalar elde etmenin daha kolay olduğu ifade edilmiştir. Romine ve diğ. (2020) ayrıca, çoklu perspektifler boyutunun karmaşıklık boyutundan daha yüksek yeterliklere geçilebilmesi için bir köprü görevi gördüğünü ileri sürmüşlerdir. Buradan yola çıkarak, bu çalışmanın katılımcılarının her iki senaryo bağlamında da yüksek seviye sosyobilimsel muhakeme yeterliklerine ulaşamadıkları görülmüştür.

Sosyobilimsel muhakeme yeterliklerinin hidrolik kırılma ve doğal koruma alanlarının yönetimi bağlamında araştırıldığı Romine ve diğ. (2017) çalışmasında, üniversite öğrencilerinin iki haftalık bir eğitim ve üç günlük SBK aktiviteleri uygulaması sonucunda sosyobilimsel muhakemenin her bir boyutu için yeterlikleri uygulama öncesi ve sonrası ölçülmüştür. Elde edilen verilerde, uygulama öncesi ortalama değerlerin bu çalışmada elde edilen ortalama değerlerle karmaşıklık ve çoklu perspektifler boyutlarında oldukça benzer olduğu; fakat sürmekte olan araştırmalara tabi olmak ve şüphecilik boyutlarında bu çalışmadaki değerlerden daha yüksek ortalamalara ulaşıldığı görülmüştür. Buna rağmen, Romine ve diğ. (2017) çalışmasında da -uygulama sonrasında dahi- katılımcıların sosyobilimsel muhakeme yeterlikleri herhangi bir boyut için yüksek sosyobilimsel muhakeme düzeyine ulaşamamıştır. Romine ve diğ. (2017) çalışmasının yanı sıra, Irmak (2020), içinde fen bilimleri öğretmen adaylarının da bulunduğu üniversite öğrencilerinden oluşan bir grubun hidrolik kırılma ve doğal koruma alanlarının yönetimi konularındaki sosyobilimsel muhakeme yeterliklerini incelemiştir. Irmak (2020) çalışmasında elde edilen verilere göre her iki senaryo için birlikte bakıldığında en yüksek ortalama çoklu perspektifler boyutunda, en düşük ortalama ise şüphecilik boyutunda elde edilmiştir. Irmak (2020) çalışmasında elde edilen veriler, en yüksek ortalamaya sahip boyutun ve orta düzey sosyobilimsel muhakeme düzeyindeki tek boyutun çoklu perspektifler boyutu olması bakımından bu çalışma ile bir paralellik göstermektedir. Ayrıca, hem Romine ve diğ. (2017) hem de Irmak (2020) çalışmasının verileri bu çalışma ile karşılaştırıldığında, her iki çalışmada da bu çalışmadakine benzer şekilde en düşük ortalama üst düzey sosyobilimsel muhakeme yeterlikleri olan şüphecilik veya sürmekte olan araştırmalara tabi olmak boyutlarında elde edilmiştir. Bu çalışmalara bakılarak, üniversite düzeyindeki bireylerin üst düzey muhakeme yeterliklerinde düşük seviyelerde kaldıkları, düşük düzey sosyobilimsel muhakeme yeterliklerinde dahi yüksek ortalama değerlerine ulaşamadıkları sonucu çıkarılabilir.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının hidrolik kırılma ve doğal koruma alanlarının yönetimi konularına ilişkin informal muhakeme biçimleri ve sosyobilimsel muhakeme yeterlikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, fen bilimleri öğretmen adaylarının gerek hidrolik kırılma gerekse doğal koruma alanlarının yönetimi konularında birden fazla çeşitte ve sayıda informal muhakeme geliştirdikleri görülmüştür. Yapılan analizler sonucu, hidrolik kırılma konusuna ilişkin, informal muhakeme biçimlerinin analizi amacıyla kullanılan bütünlük çerçevesinin içerdiği informal muhakeme biçimlerinin yanı sıra, Türkiye bağlamında yapılan Ozturk & Yılmaz-Tuzun (2017) çalışmasına paralel olarak, risk odaklı ve politik odaklı argümanlar elde edilmiştir. Ayrıca, katılımcılar ortalama olarak hidrolik kırılma senaryosu bağlamında toplam 3.54 argüman ve 2.54 çeşit argüman, doğal koruma alanlarının yönetimi senaryosu bağlamında ise toplam 2.93 argüman ve 1.62 çeşit argüman geliştirmişlerdir.

Sosyobilimsel muhakeme yeterliklerine bakıldığında, fen bilimleri öğretmen adaylarının iki senaryo birlikte düşünüldüğünde en yüksek düzeyde yeterliğinin çoklu perspektifler boyutunda olduğunu, en düşük düzey yeterliğinin ise sürmekte olan araştırmalara tabi olmak boyutunda olduğu görülmüştür. Senaryo bazında bakıldığında ise, hidrolik kırılma senaryosu için en yüksek ve en düşük yeterliğin sırasıyla karmaşıklık ve sürmekte olan araştırmalara tabi olmak boyutlarında olduğu görülmüştür. Doğal koruma alanlarının yönetimi senaryosu için ise, en yüksek ve en düşük yeterlik sırasıyla çoklu perspektifler ve sürmekte olan araştırmalara tabi olmak boyutlarında elde edilmiştir. Bu sonuçlar, fen bilimleri öğretmen adaylarının yüksek düzey sosyobilimsel muhakeme boyutları olarak kabul edilen sürmekte olan araştırmalara tabi olmak ve şüphecilik boyutlarında düşük bir yeterliğe sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca her iki senaryo bağlamında da elde edilen ortalamalar göstermiştir ki, bu çalışmanın katılımcıları olan fen bilimleri öğretmen adayları hiçbir boyutta üst düzey yeterliğe ulaşamamışlardır.

Elde edilen tüm bu sonuçlar incelendiğinde, öncelikle öğretmen adaylarının kişisel deneyimlerinin daha fazla olduğu senaryo ile ilgili olarak daha yüksek sayıda ve çeşitte argüman geliştirdikleri görülmüştür. Bunun yanı sıra, öğretmen adaylarının argüman geliştirirken ortaya koydukları informal muhakeme çeşidi sayısının her iki senaryo bağlamında da düşük olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarına bir SBK ile ilgili ortaya koydukları informal muhakeme çeşidinin, bir başka deyişle, argüman geliştirirken çeşitli perspektiflerden bakabilme becerisinin kazandırılması gerekmektedir. Bu amaçla, öğretmen adaylarına hizmet öncesi dönemde verilen derslerde SBK'lara daha fazla yer verilmeli ve bu derslerde, farklı SBK'lar bağlamında farklı perspektifler kullanarak muhakeme yapma becerisi kazandırılmalıdır. Bir önceki bölümde tartışıldığı üzere, Türkiye bağlamında yapılan çalışmaların sonuçlarına

bakıldığında ekoloji ve ekonomi odaklı argümanların sayıca daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle, öğretmen adaylarının üniversitede aldıkları derslerde, SBK'lara sadece bu iki perspektiften değil diğer perspektiflerden de bakabilmeleri sağlanmaya çalışılmalıdır. Hizmet öncesi dönemde açılan dersler sonrası mezun olan öğretmen adayları, hizmetiçi dönemde de sürekli bir şekilde SBK'lar bağlamında hazırlanan hizmetiçi eğitimlerle desteklenmelidir.

Sosyobilimsel muhakeme yeterlikleri ile ilgili olarak, öğretmen adaylarının üniversitede aldıkları derslerde bu yeterliklerin geliştirilmesine yönelik dersler açılmalıdır. SBK'larla ilgili argüman geliştirme ve karar verme süreçlerinde çok önemli bir yere sahip olan sosyobilimsel muhakeme boyutlarının her biri için incelendiğinde, öğretmen adaylarının düşük düzeyli yeterlik boyutlarında dahi (karmaşıklık ve çoklu perspektifler) yüksek ortalamalar elde edemedikleri görülmüştür. Bu durum, öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme yeterliklerini geliştirmeleri beklenen öğretmen adayları için düşündürücü bir durumdur. Öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakeme yeterliklerini geliştirmek için öğretmen yetiştirme programlarında verilen farklı derslerde SBK'lar içeriğe koyulmalıdır. Bunun yanı sıra, öğretmen adaylarının SBK'lar bağlamında karar verme ve argüman geliştirme süreçlerinde kullanacakları becerilerin geliştirilmesini hedefleyen ve doğrudan SBK'lar bağlamında hazırlanmış spesifik dersler açılmalıdır. Mezun olan öğretmen adayları öğretmen olduklarında SBK'lar bağlamında hazırlanan hizmet içi eğitimlerle sürekli olarak desteklenmelidir.

Elde edilen sonuçlara fen bilimleri eğitimi araştırmaları açısından bakıldığında ise birkaç öneride bulunmak mümkündür. Bu çalışmada, fen bilimleri öğretmen adaylarının hidrolik kırılma ve doğal koruma alanlarının yönetimi konularındaki perspektif ve eğilimleri, bir başka deyişle, infomal muhakeme biçimleri araştırılmıştır. Başka çalışmalarda, ulusal ve yerel bağlamda ele alınabilecek farklı SBK'lara ilişkin infomal muhakeme biçimleri araştırılabilir. Bu çalışmalarda fen bilimleri öğretmen adaylarının infomal muhakeme biçimlerinin yanı sıra infomal muhakeme kaliteleri de incelenebilir. Ayrıca, farklı çalışmalarda farklı infomal muhakeme analiz çerçeveleri kullanılabilir. Bunların yanı sıra, fen bilimleri öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakeme yeterliklerinin sürmekte olan araştırmalara tabi olmak ve şüpheliklik boyutları gibi üst düzey yeterlik boyutlarında nasıl daha ileri bir noktaya ulaşacaklarına dair yeni yöntemlerin araştırılması fen bilimleri eğitimi literatürüne önemli katkılar sağlayabilir.

Bu çalışmada, katılımcıların sosyobilimsel muhakeme yeterliklerini ölçmek amacıyla kullanılan testin güvenilirlik katsayısı, testin geliştirildiği orijinal çalışmaya ve testin Türkçe'ye adaptasyon çalışması göre daha düşük olarak hesaplanmıştır. Bu durumun sebebinin bu çalışmadaki katılımcı sayısının sınırlı olması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Dolayısı ile araştırmacıların bu testi kullanmak istedikleri durumda katılımcı sayıları konusunda dikkatli davranmaları önerilmektedir. Son olarak, nispeten yeni bir kavram olan sosyobilimsel muhakeme yeterliklerinin farklı senaryolar bağlamında bir tutarlılık gösterip göstermediğinin anlaşılabilmesi için bu yeterliklerin farklı SBK senaryoları bağlamında araştırılmasına ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

- Beck, J., Czerniak, C. M., & Lumpe, A. T. (2000). An exploratory study of teachers' beliefs regarding the implementation of constructivism in their classrooms. *Journal of Science Teacher Education*, 11(4), 323–343.
- Cebesoy, U. B., & Chang-Rundgren, S. N. (2021). Embracing socioscientific issues-based teaching and decision-making in teacher professional development. *Educational Review*. doi: 10.1080/00131911.2021.1931037
- Cerbin, B. (1988). The nature and development of informal reasoning skills in college students. *Paper presented at the national institute on issues in teaching and learning*, Chicago, IL.
- Chang-Rundgren, S. N., & Rundgren, C. J. (2010). SEE-SEP: From a separate to a holistic view of socioscientific issues. *Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching*, 11(1), 1–24.
- Christenson, N., Chang-Rundgren, S. N., & 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, 342–352.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory*. Chicago: Aldine.
- Irmak, M. (2020). Socioscientific reasoning competencies and nature of science conceptions of undergraduate students from different faculties. *Science Education International*, 31(1), 65–73.
- Kaplan, R. M., & Saccuzzo, D. P. (2009). *Psychological testing: Principles, applications, and issues* (7th ed.). Belmont, CA: Wadsworth.
- Karisan, D., & Cebesoy, U. B. (2021). Use of the SEE-SEP model in pre-service science teacher education: The case of genetics dilemmas. In W. A. Powell (Ed.), *Socioscientific issues-based instruction for scientific literacy development* (pp. 223–254). IGI Global.

- Kazempour, M. (2009). Impact of inquiry-based professional development on core conceptions and teaching practices: A case study. *Science Educator*, 18(2), 56–68.
- Khishfe, R., & Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 395–418.
- Lee, H., Lee, H., & Zeidler, D. L. (2019). Examining tensions in the socioscientific issues classroom: Students' border crossings into a new culture of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(5), 97–117.
- Lee, Y. C., & Grace, M. (2012). Students' reasoning and decision making about a socioscientific issue: A cross-context comparison. *Science Education*, 96(5), 787–807.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Lumpe, A. T., Haney, J. J., & Czerniak, C. M. (2000). Assessing teachers' beliefs about their science teaching context. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(3), 275–292.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education* (2nd ed.). San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara-Türkiye.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara-Türkiye.
- Namdar, B., Aydın, B., & Raven, S. (2020). Preservice science teachers' informal reasoning about hydroelectric power issue: The effect of attitudes towards socio-scientific issues and media literacy. *International Journal of Research in Education and Science*, 6(4), 2148–9955.
- Owens, D. C., Herman, B. C., Oertli, R. T., Lannin, A. A., & Sadler, T. D. (2019). Secondary science and mathematics teachers' environmental issues engagement through socioscientific reasoning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(6), 1–27.
- Ozturk, N., & Yilmaz-Tuzun, O. (2017). Preservice science teachers' epistemological beliefs and informal reasoning regarding socioscientific issues. *Research in Science Education*, 47(6), 1275–1304.
- Öztürk, N., & Erabdan, H. (2019). The perception of science teachers on socio-scientific issues and teaching them. *International Online Journal of Education and Teaching*, 6(4), 960–982.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods* (2nd ed.). Sage Publications, Inc.
- Romine, W. L., Sadler, T. D., & Kinslow, A. T. (2017). Assessment of scientific literacy: Development and validation of the quantitative assessment of socio-scientific reasoning (QuASSR). *Journal of Research in Science Teaching*, 54(2), 274–295.
- Romine, W. L., Sadler, T. D., Dauer, J. M., & Kinslow, A. T. (2020). Measurement of socio-scientific reasoning (SSR) and exploration of SSR as a progression of competencies. *International Journal of Science Education*, 42(18), 2981–3002.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536.
- Sadler, T. D., Amirshokooi, A., Kazempour, M., & Allspaw, K. M. (2006). Socioscience and ethics in science classrooms: teacher perspectives and strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 353–376.
- Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371–391.
- Sadler, T. D., Klosterman, M. L., & Topcu, M. S. (2011). *Learning science content and socio-scientific reasoning through classroom explorations of global climate change*. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific Issues in the Classroom: Teaching, Learning, and Research* (pp. 45–77). New York: Springer.
- 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.
- Topcu, M. S., Sadler, T. D., & Yilmaz-Tüzün, O. (2010). Pre-service science teachers' informal reasoning about socioscientific issues: The influence of issue context. *International Journal of Science Education*, 32(18), 2475–2495.
- Tuncay, B., Yilmaz-Tuzun, O., & Tuncer-Teksoz, G. (2012). Moral reasoning patterns and influential factors in the context of environmental problems. *Environmental Education Research*, 18(4), 485–505.
- Venville, G. J., & Dawson, V. M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 952–977.
- Walker, K. A., & Zeidler, D. L. (2007). Promoting discourse about socioscientific issues through scaffolded inquiry. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1387–1410.

- Wu, Y. T., & Tsai, C. (2007). High school students' informal reasoning on a socioscientific issue: Qualitative and quantitative analyses. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1163–1187.
- Wu, Y. T., & Tsai, C. C. (2011). High school students' informal reasoning regarding a socioscientific issue, with relation to scientific epistemological beliefs and cognitive structures. *International Journal of Science Education*, 33(3), 371–400.
- Yager, S. O., Lim, G., & Yager, R. (2006). The advantages of an STS approach over a typical textbook dominated approach in middle school science. *School Science and Mathematics*, 106(1), 248–260.
- Yang, F. Y., & Anderson, O. R. (2003). Senior high school students' preference and reasoning modes about nuclear energy use. *Journal of Science Education*, 25(2), 221–224.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377.
- Zeidler, D. L., & Keefer, M. (2003). *The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education*. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning in socioscientific issues and discourse in science education*, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic, 7–40.
- 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.

Ek 1: Açık Uçlu İnfomal Muhakeme Anketi'nde Yer Alan Sorular:

Hidrolik kırılma senaryosu için:

- 1- Pavilion kasabası yakınlarında hidrolik kırılma yöntemiyle doğalgaz çıkarılması fikrine katılıyor musunuz?
- 2- Arkadaşlarınızı kendi fikrinizin doğru olduğuna ikna etmeye çalışsaydınız, onlara sunacağınız argümanlar neler olurdu?
- 3- Bu konuyla ilgili bir tartışmada sizinle karşıt düşünceye sahip birinin argümanları neler olabilir?
- 4- Üçüncü soruyu cevaplarken sizinle karşıt görüştekilerin öne sürdükleri argümanların neler olabileceğini belirttiniz. Siz bu argümanlara karşı kendi duruşunuzu hangi fikirlerle savunursunuz?

Doğal koruma alanlarının yönetimi senaryosu için:

- 1- Branville Koyu'nda gemi taşımacılığı yapılması fikrine katılıyor musunuz?
- 2- Arkadaşlarınızı kendi fikrinizin doğru olduğuna ikna etmeye çalışsaydınız, onlara sunacağınız argümanlar neler olurdu?
- 3- Bu konuyla ilgili bir tartışmada sizinle karşıt düşünceye sahip birinin argümanları neler olabilir?
- 4- Üçüncü soruyu cevaplarken sizinle karşıt görüştekilerin öne sürdükleri argümanların neler Olabileceğini belirttiniz. Siz bu argümanlara karşı kendi duruşunuzu hangi fikirlerle savunursunuz?

Ek 2: Etik Kurul İzni



**KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
ETİK KURUL DEĞERLENDİRME VE
KARAR FORMU**



| | | | |
|--|--|-----------------|-------|
| Değerlendirme Talebinde Bulunan Kişi/Kurum | Kübra YOLAÇTI | | |
| Değerlendirme Başvuru Tarihi | | | |
| Değerlendirilmesi Talep Edilen Eserin/Araştırmanın Adı | Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Hidrolik Kırılma Konusuna İlişkin İnfomal Muhakeme Biçimlerinin ve Sosyobilimsel Muhakeme Yeterliklerinin İncelenmesi | | |
| Değerlendirilmesi Talep Edilen Araştırma/Ölçek/Anket/Görüşme Formu | | | |
| Değerlendirmeyi Yapan Etik Kurul | KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER BİLİMSSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİK KURULU | | |
| Değerlendirme Toplantı Bilgileri | Yeri | Tarihi | Saati |
| | HUKUK MÜŞAVİRLİĞİ TOPLANTI ODASI | 19.03.2021 | 10:00 |
| Karar No | Karar Tarihi | 19.03.2021 | |
| | Karar No | 2021/2 | |
| Karar Sonucu | (X) Kabul | (X) Oybirliği | |
| | | () Oy Çokluğu | |
| | () Ret | () Oybirliği | |
| | | () Oy Çokluğu | |

Etik Kurulumuz, yukarıda başvuru bilgileri yer alan eser/araştırma için toplanarak bilimsel araştırmalar ve yayın etiği açısından değerlendirme yapmış ve aşağıda gerekçesi açıklanan karar(lar)ı almıştır:

Karar ve Gerekçesi

Kübra YOLAÇTI'ya ait "Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Hidrolik Kırılma Konusuna İlişkin İnfomal Muhakeme Biçimlerinin ve Sosyobilimsel Muhakeme Yeterliklerinin İncelenmesi" konulu proje araştırmasının bilimsel araştırmalar etiği açısından yapılan değerlendirmesinde kabulüne

Oy birliğiyle karar verilmiştir.


Etik Kurul Başkanı
Prof. Dr. Ahmet KAZANKAYA

Ek 3: Gönüllü Katılım Formu



ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Arastırmanın Adı (Etik kurul başvuru formunda yer alan araştırma adı kullanılmalıdır.) : Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Hidrolik Kırılma Konusuna İlişkin Informal Muhakeme Biçimlerinin ve Sosyobilimsel Muhakeme Yeterliklerinin İncelenmesi

Sizi Dr. Nilay Öztürk danışmanlığında Kübra Yolaçtı tarafından yürütülen “Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Hidrolik Kırılma Konusuna İlişkin Informal Muhakeme Biçimlerinin ve Sosyobilimsel Muhakeme Yeterliklerinin İncelenmesi” başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu araştırmanın amacı fen bilimleri öğretmen adaylarının sosyobilimsel bir konu olan hidrolik kırılma konusundaki informal muhakeme biçimlerini ve sosyobilimsel muhakeme yeterliklerini araştırmaktır. Araştırmada sizden tahminen yirmi beş dakika ayırmanız istenmektedir. Araştırmaya sizin dışınızda tahminen iki yüz civarında kişi katılacaktır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, size en uygun gelen cevapları içtenlikle verecek şekilde cevaplamanızdır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır. Bu anket çalışmasına katılmayı kabul ettiğiniz takdirde, gerekli yerleri siz ve sorumlu araştırmacı tarafından doldurulmuş bu formun bir kopyası saklamamız için size verilecektir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya aşağıdaki e-posta adresi ve telefondan ulaşabilirsiniz.

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumluluktan anladım. Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı/araştırmacılar tarafından yapıldı. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı. Kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda yeterli güven verildi.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve telkin olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

| | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| <i>Gönüllü Adı Soyadı:</i> | <i>Tarih ve İmza:</i> |
| <i>Adres ve Telefon:</i> | |
| <i>Veli / Vasinin Adı Soyadı:</i> | <i>Tarih ve İmza:</i> |
| <i>Adres ve Telefon:</i> | |
| <i>Tanık¹ Adı Soyadı:</i> | <i>Tarih ve İmza:</i> |
| <i>Adres ve Telefon:</i> | |

¹ Çalışmanın bir üyesi olmayan, araştırmacı tarafından belirlenen ve araştırmanın bulguları üzerinde herhangi bir olumlu/olumsuz etki yaratma olasılığı bulunmayan tarafsız yetişkinlerdir. Katılımcı araştırmaya katılmayı kabul edip onam formunu imzalamayı istemediği durumlarda araştırmacı onam formundaki bilgileri katılımcıya sözlü olarak okur. Katılımcı onayladığını sözlü olarak beyan ederse zahir de bu sözlü onam sürecine yazılı onam formunu imzalamak sureti ile tanıklık ettiğini beyan etmiş olur.

² Gönüllüğü araştırma hakkında bilgilendiren kişi./