

Bilim ve Eğitim Üzerine Görüşler Ölçeğinin Bilimin Doğasına Yönelik Anlayış Alt Boyutlarının Türkçeye Uyarlanması: Bir Rasch Analizi Çalışması

Osman Akşit^{*1}

Öz

Bu çalışmada, Chen (2006) tarafından geliştirilen Bilim ve Eğitim Üzerine Görüşler (BEÜG) ölçeğinin bilimin doğasına yönelik anlayış alt boyutlarının Rasch modeli kullanılarak Türkçeye uyarlanması yapılmıştır. BEÜG ölçeği, lisans seviyesinde öğrenim gören öğrencilerin bilimin doğası unsurlarına yönelik anlayışlarını ve bu unsurların öğretimine yönelik tutumlarını ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu araştırmanın örneklemini, İstanbul ilinde bulunan bir devlet üniversitesinin çeşitli bölümlerinde öğrenim gören toplam 216 lisans öğrencisi oluşturmuştur. Araştırmada, kolayda örnekleme yöntemi kullanılarak katılımcılara ulaşılmıştır. Verilerin toplanmasında kişisel bilgi formu ve sekiz alt boyuttan oluşan BEÜG ölçeği olmak üzere iki farklı veri toplama aracı kullanılmıştır. Veri analizi aşamasında model uyum analizi, maddelerin ayırt ediciliği ve güvenilirliği, maddelerin iç tutarlılığı, tek boyutluluk ve madde yanlılığı analizi yapılmıştır. Ölçeğin görünüş ve kapsam geçerliği üç kişiden oluşan bir uzman paneli tarafından değerlendirilmiştir. Ek olarak, ölçeğin her bir alt boyutundaki maddelerin iç tutarlılığını değerlendirmek amacıyla Cronbach alfa iç tutarlık katsayısı hesaplanmış ve bu katsayının .48 ile .82 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, bilimin doğasına yönelik anlayışlara odaklanan toplam 8 alt boyut ve 45 maddeden oluşan Türkçeye uyarlanmış BEÜG ölçeğinin, lisans düzeyindeki öğrencilerin bilimin doğası unsurlarına yönelik anlayışlarını ölçmek için genel olarak geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermiştir.

Anahtar Sözcükler

Bilimin doğası
Fen eğitimi
Ölçek uyarlama
Lisans öğrencileri
Rasch analizi

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi

8 Temmuz 2024

Kabul Tarihi

12 Mart 2025

Makale Türü

Araştırma Makalesi

Adaptation of the Views on Science and Education Questionnaire's Understanding of the Nature of Science Subcategories into Turkish: A Rasch Analysis Study

Abstract

In this study, the subcategories related to conceptions toward the nature of science in the Views on Science and Education (VOSE) questionnaire developed by Chen (2006) were adapted into Turkish using the Rasch model. The VOSE questionnaire aims to measure undergraduate students' understanding of the aspects of the nature of science and their attitudes towards teaching these aspects. The sample of the study consisted of a total of 216 undergraduate students enrolled in various majors at a public university in Istanbul. Participants were recruited using the convenience sampling method. Two different data collection tools were employed: a personal information form and the VOSE questionnaire consisting of eight subcategories. During the data analysis phase, model fit analysis, item discrimination and reliability, internal consistency of the items, unidimensionality, and differential item functioning analyses were conducted. The face and content validity of the scale were evaluated by an expert panel consisting of three individuals. In addition, the Cronbach's alpha internal consistency coefficient was calculated to evaluate the internal consistency of the items in each subcategory of the scale, which was found to vary between .48 and .82. The findings showed that the Turkish-adapted VOSE questionnaire, consisting of 8 subcategories and 45 items focusing on the conceptions toward the nature of science, is overall a valid and reliable measurement tool for assessing undergraduate level students' understanding of the aspects of the nature of science.

Keywords

Nature of science
Science education
Scale adaptation
Undergraduate students
Rasch analysis

Article Info

Received

July 08, 2024

Accepted

March 12, 2025

Article Type

Research Paper

Atf: Akşit, O. (2025). Bilim ve Eğitim Üzerine Görüşler Ölçeğinin Bilimin Doğasına Yönelik Anlayış Alt Boyutlarının Türkçeye Uyarlanması: Bir Rasch Analizi Çalışması. *Ege Eğitim Dergisi*, 26(1), 47-67. doi: <https://doi.org/10.12984/egedfd.1512596>

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

¹  Boğaziçi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, İstanbul, Türkiye, osman.aksit@bogazici.edu.tr

Extended Abstract

Introduction

In today's rapidly evolving world, countries around the globe have been increasingly emphasizing science, technology, engineering and mathematics (STEM) education to enhance their competitiveness on the international scale. Scientific literacy, which is a key goal of science education worldwide, involves understanding both scientific concepts and the nature of science (NOS) itself (McComas & Olson, 1998). The importance of scientific literacy has increased significantly especially in the current post-truth era, characterized by the proliferation of disinformation and misinformation through online outlets (Akşit et al., 2023). Studies have indicated that scientifically literate individuals are better equipped to discern between scientific facts and pseudoscientific claims (Čavojová et al., 2022). Integrating the NOS into science curricula has been a major focus of various educational reforms in many countries, including Türkiye and the United States (MEB, 2024; NGSS Lead States, 2013a). While some debates exist among scientists and philosophers of science regarding what exactly the NOS entails, there is a general consensus in the literature on the core understandings that K-16 students should develop regarding the NOS (Abd-El-Khalick, 2005). NOS aspects include, but not limited to, the tentativeness of scientific knowledge, the role of imagination and creativity in science, the diversity of scientific methods, the influence of sociocultural values on science, and so on (Lederman & Lederman, 2012).

Although teaching of the NOS aspects in science classrooms has been emphasized for a long time, previous research indicates that undergraduate students often possessed a quite limited understanding of the NOS and held various misconceptions (Akgun & Kaya, 2020; Doğan et al., 2011; Liu & Tsai, 2008; Mesci & Schwartz, 2017).

This could be partly due to the insufficient coverage of the NOS topics in secondary school textbooks and the lack of mandatory courses on the history or philosophy of science in high schools and universities (Duruk & Akgün, 2020). Consequently, individuals may graduate from universities without a conceptual understanding of how science functions and what makes science unique as a way of knowing, which could potentially hinder their ability to make informed decisions on socioscientific issues and navigate today's complex information landscape effectively.

To address this issue, researchers have developed a number of instruments to assess secondary and higher education students' understanding of the NOS (e.g., Aikenhead & Ryan, 1992; Lederman et al., 2002). However, in the literature, the number and availability of validated and reliable instruments in Turkish seem to be quite limited (Dogan & Abd-El-Khalick, 2008; Özcan, 2011). This study aimed to adapt the Views on Science and Education (VOSE) questionnaire's subcategories related to the conceptions toward the nature of science (Chen, 2006) into Turkish using the Rasch model. The present study specifically strived to answer the following research questions:

1. Does the Turkish adaptation of the VOSE questionnaire's subcategories related to the nature of science conceptions demonstrate sufficient validity for assessing undergraduate students' understanding of the NOS aspects?
2. Does the Turkish adaptation of the VOSE questionnaire's subcategories related to the nature of science conceptions demonstrate sufficient reliability for assessing undergraduate students' understanding of the NOS aspects?

Method

This study was designed based on a quantitative research approach, utilizing a descriptive survey model (Johnson & Christensen, 2014). The sample of the study consisted of 216 undergraduate students from a public university in İstanbul during the 2023-2024 academic year. Participants were selected using the convenience sampling method, a non-probabilistic technique prioritizing speed and accessibility (Gravetter & Forzano, 2012). More than half of the participants (58.8%) were female, with the majority from the Faculty of Education (44%). Participants' ages ranged from 19 to 28 ($\bar{X} = 22.3$, $SD = 1.6$), and their GPAs varied from 1.55 to 3.48 on a 4.0 scale ($\bar{X} = 2.59$, $SD = .45$). Moreover, 68.5% reported never having taken a specific course on the NOS, such as the history or philosophy of science.

Two data collection instruments were used. The first one, which was prepared by the researcher, was a personal information form that collected demographic and academic data through six questions regarding gender, age, department, GPA, previous coursework on the nature of science, and the number of science courses taken at university. The second instrument was the VOSE questionnaire's subcategories related to the NOS conceptions, developed by Chen (2006) and adapted into Turkish for this study. The VOSE questionnaire's consists of 15 main items with multiple sub-items rated on a five-point Likert scale. The first nine items aim to assess students' understanding of various NOS tenets, while the remaining items assess students' attitudes toward teaching the NOS in schools. In this study, only the first nine items were adapted into Turkish, totaling 46 sub-items. Each main item focuses on a certain NOS aspect, such as the diversity of scientific methods, objectivity and subjectivity

in science, and the tentativeness of scientific knowledge. The adaptation process followed the guidelines suggested by Güngör (2016) for adapting measurement instruments. The translation was reviewed by a panel of experts in science education, leading to a finalized Turkish version after back-translation confirmed consistency.

Data was analyzed using the Rasch measurement model via Winsteps 5.7.1 software (Linacre, 2024). The Rasch model, a single-parameter item response theory model, evaluates individuals' abilities and item difficulties on the same scale, providing objective and valid psychometric results (Bond & Fox, 2015). Model fit analysis, item/person separation and reliability indices, Principal Component Analysis of Residuals (PCAR) and differential item functioning (DIF) analyses were conducted to ensure the scale's reliability and validity in its Turkish adaptation.

Findings and Discussion

Firstly, the analyses started with an evaluation of the fit of the adapted VOSE questionnaire items to the Rasch model to determine if there are any misfitting items. Specifically, the item infit and outfit indices (MNSQ and ZSTD) were checked across all subcategories. The results revealed that, except for 'the nature of scientific observations' subcategory, all items' MNSQ values were within the acceptable range of 0.5 to 1.5. Specifically, item 8E showed high infit (1.64) and outfit (1.70) MNSQ values, with ZSTD values far outside the acceptable range (-1.9 to +1.9). After removing item 8E and reanalyzing, item discrimination and reliability indices significantly improved, and the Cronbach's alpha for this subcategory increased from .57 to .70. Consequently, item 8E was excluded from the related subcategory. In addition, the item discrimination indices ranged from 2.75 to 11.50, indicating that the VOSE questionnaire items accurately differentiate among varying levels of difficulty.

Person discrimination indices revealed acceptable (1.5 to 2.0) or good (2.0 to 3.0) values for most subcategories, except for 'the tentativeness of scientific knowledge' and 'the validation of scientific knowledge'. The validation of scientific knowledge subcategory yielded a relatively lower but sufficient discrimination index value (1.45) close to the acceptable threshold value (1.50). However, the low discrimination index for the tentativeness of scientific knowledge subcategory (1.29), which comprises only three items, suggests the need for additional items to enhance its discriminative power.

Reliability indices close to 1.0 for most subcategories indicate consistent measurements. The Cronbach's alpha values also support the scale's reliability, although 'the tentativeness of scientific knowledge' subcategory falls below the acceptable threshold ($\alpha = .48$). Similarly, the developer of the original questionnaire (Chen, 2006) also reported a quite low Cronbach's alpha value for this subcategory. Principal Component Analysis of Residuals (PCAR) confirmed the unidimensionality of the subcategories, with eigenvalues for the first contrast between 1.49 and 2.47, indicating that each subcategory measures a single underlying construct. Differential item functioning (DIF) analysis for gender revealed that, except for items 9A and 1E, all items showed no significant bias. Although these two items had statistically significant differences, their DIF contrast values were too small to be regarded as practically significant, justifying their retention.

Conclusion

This study aimed to adapt the VOSE questionnaire's subcategories related to the conceptions toward the NOS, originally developed by Chen (2006), into Turkish. Using the Rasch model within the item response theory framework, the psychometric properties of the translated scale were examined. The findings suggested that the Turkish version of the VOSE questionnaire is a valid and reliable instrument for measuring undergraduate students' understanding of the NOS. One item (8E) in the 'nature of scientific observations' subcategory was removed due to unacceptable item fit index values. Consequently, the final version of the scale consists of 45 items. The results indicated that the subcategories of the scale are unidimensional and do not exhibit significant gender-based item bias. The discrimination and reliability indices of the items in the subcategories were generally within acceptable ranges. However, the 'tentativeness of scientific knowledge' subcategory showed person discrimination and reliability index values, along with the Cronbach's alpha value, below acceptable levels. This is likely due to the small number of items in this subcategory. Therefore, researchers using the VOSE questionnaire should consider these psychometric findings and take necessary precautions based on the purpose of their study. For instance, additional items may be developed to enhance the 'tentativeness of scientific knowledge' subcategory.

The adaptation of the VOSE questionnaire into Turkish using the Rasch model provides a practical measurement tool for researchers, particularly those conducting studies with large samples in the context of the NOS. One significant advantage of the VOSE questionnaire is its comprehensive coverage of all NOS aspects, allowing for a more holistic assessment of students' NOS views. Interviews with students may result in ambiguity regarding whether students' responses reflect a lack of knowledge or a disconnect with the question. The VOSE questionnaire may help researchers address this issue by clearly evaluating students' understandings of various NOS aspects, thereby reducing potential uncertainties in assessing students' NOS knowledge.

Giriş

Günümüzde, sanayileşme sürecini tamamlamış toplumlar bilgi toplumuna dönüşmeye hızlı bir şekilde uyum sağlamaya çalışırken, ülkeler küreselleşen dünyada ekonomik rekabet avantajı sağlamak için yetkin ve donanımlı insan kaynağı yetiştirmeye daha fazla yatırım yapmaktadır. Bundan dolayı, fen, teknoloji, matematik ve mühendislik (STEM) alanlarında nitelikli bireylerin yetiştirilmesi ülkelerin sosyal ve ekonomik gelişiminde kritik bir öneme sahiptir. (Çorlu ve diğer., 2014). Ülkemizde ve diğer gelişmiş ülkelerde fen eğitiminin başlıca amaçlarından biri bilimsel okuryazarlık seviyesi yüksek olan bireyler yetiştirmektir (Mili Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018, 2024; NGSS Lead States, 2013a). Bilimsel okuryazarlık, farklı bilimsel alanlardaki kavramlar, yasalar, kuramlar ve modeller hakkında temel seviyede bilgiye sahip olmanın yanında bilimin özellikleri ve işleyişi ile bilimsel bilginin doğası gibi konulara da hakim olmayı gerektirir (McComas ve Olson, 1998). Eğer bilimi insanoğlunun doğayı ve evreni sistematik bir şekilde anlama ve açıklama çabası olarak tanımlarsak (Türkmen, 2006), bilimin doğası kavramını da bu sistematik anlama çabasının kendine özgü süreçleri ve bu süreçlerin sonunda ortaya çıkan bilginin karakteristik özellikleri olarak düşünebiliriz. Diğer bir deyişle, bilimin doğası; bilimin bir disiplin olarak ne olduğu, nasıl işlediği ve neyi amaçladığı, genel olarak ne tür sorulara cevap aradığı, hangi yöntemleri kullandığı ve hangi varsayımlarda bulunduğu, bilimsel bilginin diğer bilgi türlerinden farklı olarak ne tür özelliklere sahip olduğu gibi sorularla ilgilenir (Driver ve diğer., 1996). Fen eğitimi araştırmacıları ve politika yapımcılar, öğrencilerin fen derslerinde sadece bilimsel bilgiyi değil, aynı zamanda bilimsel bilgi üretiminde kullanılan yöntem ve süreçler ile bilimsel bilginin kendine has özelliklerini de öğrenmeleri gerektiğini uzun yıllardır savunmaktadırlar (Duschl ve Grandy, 2013; National Research Council [NRC], 1996). Bilimin doğası hakkında günümüzde hala bazı bilim insanları ve filozoflar arasında birtakım görüş ayrılıkları olsa da, orta ve yükseköğretim seviyesinde fen eğitimi bağlamında öğrencilerin bilimin doğasına yönelik geliştirmeleri gereken anlayışlar konusunda alanyazında genel bir fikir birliği olduğu görülmektedir (Abd-El-Khalick, 2005; Lederman ve Lederman, 2012). Bilimin doğasına yönelik önemli kavramlar arasında bilimsel bilginin dogmatik olmadığı ve yeni kanıtlar ışığında her zaman değişime açık olduğu; bilim insanının hayal gücünün ve yaratıcılığının bilimsel bilgi üretiminde önemli bir rol oynadığı; bilimde tek bir bilimsel yöntemin bulunmadığı ve bilimin, içinde geliştiği toplumların sosyal ve kültürel değerlerinden etkilendiği vardır (Lederman ve Lederman, 2012).

Son 50 yılda özellikle bilgi ve iletişim teknolojileri alanlarında yaşanan baş döndürücü gelişmelerle birlikte bilimin üretimi ve yayılması da giderek hızlanmıştır. Bu gelişmelerin dolaylı bir sonucu olarak, dezenformasyon ve bilgi kirliliğinin de giderek daha fazla çoğaldığı günümüz sözde-gerçeklik (post-truth) dünyasında bilimsel okuryazarlığın önemi şüphesiz hiç olmadığı kadar artmıştır (Akşit ve diğer., 2023). Bilimin günlük hayatımızdaki rolünü düşününce bilimin doğasının sadece STEM alanında eğitim alan öğrenciler için değil, toplumun genelini oluşturan tüm bireyler için gerekli ve önemli olduğu aşıkardır. Örneğin, Covid-19 salgını sürecinde tüm dünyada hastalığın bulaşması ile ilgili bilimsel gerçeklere aykırı komplo teorileri (örneğin; korona virüsünün 5G şebeke ağı üzerinden yayılması) ve yalan haberler (fake news) özellikle sosyal medya mecraları üzerinden hızla yayılmıştır (Van der Linden ve diğer., 2020). Bununla beraber, bu süreçte bilimsel araştırma yöntemlerine hakim ve bilimsel akıl yürütme becerilerine sahip bireylerin bilim-dışı yalan haber ve komplo teorilerini daha iyi ayırt edebildikleri gözlemlenmiştir (Čavojová ve diğer., 2022). Bu bağlamda, toplumu oluşturan bireylerin günlük yaşamlarını ilgilendiren sosyobilimsel konularda daha bilinçli kararlar verebilmeleri için bilimin doğası hakkında doğru bilgiye sahip olmalarının elzem olduğu görülmektedir.

Bilimin Doğası ve Fen Eğitimindeki Yeri

Bilimin İlerlemesi için Amerikan Topluluğu (AAAS) bilimin doğasını şu şekilde tarif etmiştir: “Bilimin doğası, bilimsel dünya görüşünü oluşturan temel değer ve inançları, bilim insanlarının çalışmalarını nasıl yürüttüklerini ve bilimsel faaliyetlerin genel kültürünü içerir” (AAAS, 2001, s. 15). McComas (2020), bilimin doğasının bilimsel bilginin epistemolojisi ile bilim sosyolojisi alanlarına giren çok yönlü bir kavram olduğundan dolayı bu kavramın tam anlamıyla anlaşılabilmesi için alt boyutlarının irdelenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bilimin doğası unsurlarından biri bilimsel bilginin (kuram, yasa, model, vb.) yeni kanıtlar ışığında değişebilir olduğudur (Mueller ve Reiners, 2023). Şüphesiz bilim doğası gereği içerisinde dogma bulundurmaz ve bilimsel bilgi yanlışlanabilirlik ilkesi (Popper, 1963) gereği devamlı olarak sorgulanabilir, test edilebilir ve yenilenebilir bir yapıya sahiptir. Diğer bir deyişle, bugün bilim insanlarınca kabul görmüş herhangi bir bilimsel kuram, yasa, prensip veya model, gelecekte yeni bakış açıları ve farklı parametreler ile test edildiği zaman yanlışlanabilme potansiyeline sahiptir. Bilimin doğasının bir diğer unsuru ise bilimsel metodoloji ve yöntemlerin çeşitliliğidir (McComas, 2020). Bilimde evrensel tek bir metot (“genel bilimsel metot”) yoktur, aksine bilimsel bilginin üretiminde bilim insanları araştırma alanlarının doğasına göre çeşitli yöntem ve metotları kullanırlar. Bu metotlardan bazılarını örnek olarak deney, gözlem, ve modelleme verilebilir. Örneğin, kozmoloji ve astrofizik alanında araştırma yapan bilim insanları deneysel metotlardan daha çok gözlemler, modellemeler ve simülasyonlar aracılığıyla çalışmalarını yürütürler. Bilimsel metotların çeşitliliğine ek olarak, hayal gücü ve yaratıcılığın da bilimsel bilgi üretiminde çok önemli bir yeri vardır (Chen, 2006). Bilimsel süreçler ve yöntemler monoton değildir ve bilim tarihindeki önemli keşifler incelendiği zaman bilim insanlarının hayal güçlerinin ve yaratıcı düşüncelerinin genel kabullere ve mevcut

paradigmalara meydan okuyarak yeni fikirler geliştirmelerinde kritik bir rol oynadığı görülmektedir. Örneğin, Albert Einstein'ın özel görelilik teorisi, klasik Newton fiziğinin temel varsayımlarına meydan okuyarak, hayal gücü ve yaratıcı düşüncenin bilimsel bilgi üretiminde nasıl bir rol oynadığının güzel bir örneğidir. Bir diğer bilimin doğası unsuru da bilimde kuramların ve yasaların farklı bilimsel bilgi türleri olduğu ve farklı amaçlara hizmet ettikleridir (Lederman ve Lederman, 2012). Bilimsel bilginin farklı formları olarak kuramlar ve yasalar mutlak doğruyu temsil etmezler ve yeni kanıtlar ışığında revizyona açıktırlar (Abd-El-Khalick ve diğer., 2008). Benzer şekilde, bilimsel kuram ve yasalar arasında herhangi bir hiyerarşik bir ilişki yoktur ve yasalar kuramlara kıyasla daha “kesin” bir bilgiyi temsil etmezler (Akerson ve diğer., 2006). Örneğin, kuramlar yeterince kanıt ulaşıldıktan sonra yasalara dönüşmezler ve aynı şekilde yasalar da kuramlara dönüşmezler.

Bilimin doğası ile ilgili kavramları okullarda fen derslerine anlamlı bir şekilde entegre etmek ve öğrencilerin bu konudaki bütüncül anlayışlarını geliştirmek, Türkiye ve diğer ülkelerdeki fen eğitimi reform hareketlerinin odaklandığı ana başlıklardan biri olmuştur (Allchin ve diğer., 2014; Olson, 2018). Bilimin doğası kavramı, Türkiye’de fen eğitimi müfredatına ilk kez 2005 yılında açıklanan Fen ve Teknoloji Öğretim Programı ile girmiştir (MEB, 2005). Sonraki yıllarda müfredat güncelleme çalışmaları yapılmış olsa da, bilimin doğası fen eğitimi öğretim programının ana amaçlarından biri olarak önemini korumuştur. Örneğin, 2024 yılında Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli esas alınarak güncellenen ilköğretim fen bilimleri dersinin yeni müfredatında belirlenen on iki temel amaçtan biri, öğrencilerin “bilimin doğasına ilişkin anlayış ile bilimi takdir etmeleri, bilimsel etik ilkelere ve bilimsel düşünme becerilerine sahip olmaları” olarak kabul edilmiştir. (MEB, 2024, s. 5). Benzer şekilde, Amerika Birleşik Devletleri’nde en son yayınlanan ilk ve ortaöğretime yönelik fen eğitimi müfredatında da (Next Generation Science Standards, NGSS) bilimin doğasının önemi vurgulanmış ve fen eğitiminin genel amaçlarından birinin “bilimsel bilginin doğasını kavrayabilen fen okuyazarı bireyler” yetiştirmek olduğu ifade edilmiştir (NGSS Lead States, 2013b, s. 2). Ayrıca, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (Organization for Economic Cooperation and Development-OECD) tarafından 2025 yılında yapılacak olan uluslararası PISA sınavı için hazırlanan çerçeve dökümanında fen öğretimi için üç temel bilgi alanı belirlenmiştir: (1) konu bilgisi, (2) yöntemsel bilgi, ve (3) epistemik bilgi (OECD, 2023). Bilimin doğasının vurgulandığı epistemik bilgi alanının içerdiği yetkinlikler arasında “bilimsel araştırmalarda yaygın kullanılan uygulamaların gerekçeleri”, “bilimde fikir birliğinin önemi”, ve “kuram, hipotez ve veri gibi temel terimlerin anlamları” gibi önemli noktaların öğrenciler tarafından anlaşılması vardır (OECD, 2023, s. 9).

Ülkemizde ve diğer ülkelerde yapılan araştırmaların bulguları, üniversite düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin bilimin doğası unsurlarına yönelik bilgi ve anlayışlarının oldukça zayıf olduğunu ve bu alanda çeşitli kavramsal yanlışlara sahip olduklarını ortaya koymaktadır (Akgun ve Kaya, 2020; Arı, 2010; Çelik ve Bayrakçıken, 2006; Doğan ve diğer., 2011; Gürses ve diğer., 2005; Liu ve Tsai, 2008; Parker ve diğer., 2008; Ryder ve Leach, 1999). Bu durumun muhtemel nedenlerinden biri ortaöğretim seviyesinde okutulan fen bilimleri ders kitaplarında bilimin doğasına yönelik içeriğin az olması veya hiç olmamasıdır (Duruk ve Akgün, 2020; Ramnarain ve Chanetsa, 2016; Şen ve Temel, 2023). Aynı zamanda, bilim tarihi veya bilim felsefesi gibi bilimin doğası ile ilgili konuların doğrudan sunulabileceği derslerin lise ve üniversitede çoğunlukla zorunlu olmaması da öğrencilerin bu alanda istenilen yetkinliğe ulaşmalarını engelleyen faktörlerden biridir. Eğitim fakültesi öğrencileriyle yapılan bir çalışmada, Gürses ve diğerleri (2005) kimya ve sınıf öğretmenliği bölümlerinde okuyan toplam 115 öğretmen adayının bilimin doğasına yönelik bilgi ve anlayışlarını araştırmıştır. Araştırmacılar, öğrencilerin yazılı olarak yanıtladığı açık uçlu sorulardan oluşan (örneğin; “Teoriler ve kanunlar buluş mu yoksa icat mıdır?”) bir veri toplama aracı kullanmışlardır. Katılımcıların sorulara verdikleri yazılı cevaplar, araştırmacılar tarafından nitel olarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, örneklemi oluşturan öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkında bilgi eksikliğine ek olarak çeşitli kavramsal yanlışlara sahip olduklarını göstermiştir. Örneğin, katılımcıların neredeyse tamamı (%95) bilimde teorilerin değişebilir olduğunu ancak yasaların değişmez gerçekler olduğunu savunmuştur. Benzer şekilde, katılımcıların çoğunluğu (%87) bilimsel teorilerin bilim insanları tarafından oluşturulduğunu ancak yasaların bilim insanlarından bağımsız olarak doğada var olduklarını belirtmiştir. Türkiye’de yapılmış başka bir çalışmada, Akgun ve Kaya (2020) bir grup üçüncü ve dördüncü sınıf üniversite öğrencisinin (N = 15) bilimin doğası unsurlarına yönelik anlayışlarını Aile Benzerliği Yaklaşımı (Family Resemblance Approach) teorik çerçevesini kullanarak incelemişlerdir. Bu nitel çalışmada temel veri toplama aracı katılımcılarla yapılan bireysel görüşmeler olmuş ve bu yapılandırılmış görüşmelerde araştırmacılar, kullandıkları teorik çerçeveye dayalı olarak kendi geliştirdikleri toplam dokuz açık uçlu soru sormuşlardır. Katılımcıların yaklaşık yarısı (n = 7) fen bilimleri ile ilgili olmayan alanlardan (örneğin; sosyoloji, felsefe) iken, diğer katılımcılar (n = 8) ise fen bilimleri ile yakından ilişkili alanlardan (örneğin; fen bilimleri öğretmenliği, kimya) seçilmişlerdir. Araştırmanın bulguları, fen bilimleri ile ilişkili alanlarda okuyan öğrenciler ile diğer öğrenciler arasında bilimin doğası unsurlarına yönelik anlayışlarında çok büyük farklılıklar olmadığını göstermiştir. Ancak, bilimin doğasına yönelik bazı unsurlarda fen bilimleri ile ilişkili olmayan bölümlerde okuyan öğrencilerin daha geçerli anlayışlara sahip oldukları görülmüştür. Örneğin, fen-dışı alanlarda okuyan öğrencilerin neredeyse yarısı (%43) bilimsel bilginin bağlama ve güncel paradigmaya göre değişebilirliğine vurgu yaparken, fen alanında okuyan öğrencilerin küçük bir kısmı (%25) bu noktaya değinmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bir araştırma üniversitesinde öğrenim gören bir grup lisans öğrencisi ile yapılan bir çalışmada, Parker ve diğerleri (2008) katılımcıların bilimin doğası hakkındaki anlayış ve düşüncelerini açık uçlu maddelerden oluşan bir veri toplama aracı kullanarak incelemişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda katılımcılar arasından bir grup öğrenci ile yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın bulguları, lisans öğrencilerinin bilimin doğası unsurları hakkında çok sınırlı bir anlayışa sahip olduklarını ve bu konuda çeşitli kavram yanlışları taşıdıklarını göstermiştir. Örneğin, katılımcıların bazıları bilimsel çalışmaların öne sürülen hipotezlerin doğruluğunu veya yanlışlığını “kanıtlamak” için yapıldığını ve bu süreç sonunda doğruluğu kanıtlanan hipotezlerin yasalara dönüştüğünü belirtmişlerdir. Benzer şekilde, katılımcılar bilimde teorilerin yasalarla göre daha “düşük” bir seviyede olduğunu ifade etmişlerdir. Katılımcıların çoğunluğu (%82) bilimde yasaların “kanıtlanmış” olduklarını, teorilerin ise henüz “kanıtlanmamış” olduklarını ve yeteri kadar kanıt ulaşıncaya teorilerin yasalara dönüştüğünü söylemişlerdir. Bununla birlikte, katılımcıların büyük çoğunluğu (%88) yaratıcılığın bilimsel araştırmalarda önemli bir yere sahip olduğunu ve bilim insanlarının deneysel araştırma tasarlamada ve verileri organize etmede yaratıcılığa ihtiyaç duyduklarını vurgulamışlardır. Tayvan'da gerçekleştirilen benzer bir çalışmada, Liu ve Tsai (2008) iki farklı devlet üniversitesinde çeşitli alanlarda öğrenim gören 220 lisans öğrencisinin bilimsel epistemolojik görüşlerini incelemiştir. Araştırmacılar çalışmalarında 25 Likert-tipi maddeden oluşan kendi geliştirdikleri bir ölçeği kullanmışlardır. Ölçeğin alt boyutları şu şekildedir: “sosyal müzakerelerin rolü”, “bilimin icat edilmiş ve yaratıcı doğası”, “teori-merkezli araştırma”, “kültürel etkiler”, ve “bilimsel bilginin değişebilir olması özelliği”. Çalışmanın bulguları, fen alanları dışında (örneğin; işletme, sanat) öğrenim gören öğrencilerin fen alanında (örneğin; fizik, biyoloji) öğrenim gören öğrencilere göre beş alt boyutun dördünde istatistiksel önemde daha gelişmiş ve sofistike epistemolojik görüşlere sahip olduğunu göstermiştir. Ek olarak, araştırmacılar erkek ve bayan öğrenciler arasında bilimsel epistemolojik görüşler alt boyutlarında istatistiksel anlamda herhangi bir fark olmadığını gözlemlemişlerdir. Katılımcıların bilime dair epistemolojik görüşlerinin lisans eğitimleri sırasında şekillendiğini ve öğrencilerin bağlı oldukları disiplinlerin bu konuda önemli bir faktör olabileceğini belirtmiştir.

Bilimin Doğasına Yönelik Ölçme Araçları

Üniversite eğitimi, öğrencilerin çoğunluğu için örgün eğitim hayatlarının son safhasını oluşturmaktadır. Fen eğitiminin ana amaçlarından birinin fen okuyazarı bireyler yetiştirmek olduğunu göz önüne aldığımızda, özellikle üniversite seviyesinde öğrenim gören öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüş ve anlayışlarının sistematik bir şekilde incelenmesi, değerlendirilmesi ve bu doğrultuda gerekli ders içi veya ders dışı müdahale programlarının planlanması ve tasarlanması büyük önem arz etmektedir. Aksi takdirde, bilimin bir disiplin olarak nasıl çalıştığını anlamadan ve bilimin doğası hakkında çeşitli kavram yanlışlarına sahip olarak üniversiteden mezun olan bireyler, toplumun genelini ilgilendiren bilimsel konularda (örneğin; iklim değişikliği, nükleer enerji) doğru ve bilinçli kararlar alma becerisinden yoksun kalabilirler (Clough ve Herman, 2016) ve özellikle sosyal medyadaki bilgi kirliliğinden olumsuz etkilenebilirler (Čavojová ve diğer., 2022).

Türkçe alanyazın incelendiğinde lisans seviyesindeki öğrencilerin bilimin doğasına yönelik bilgi ve anlayışlarını değerlendirmek amacıyla kullanılabilecek geçerlik ve güvenirliği sağlanmış ölçme araçlarının sayısının oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Türkçe alanyazında bu alanda sık kullanılan ölçüm araçlarından biri Lederman ve diğerleri (2002) tarafından geliştirilmiş olan ‘Views of Nature of Science Questionnaire’ (VNOS) isimli anketir. VNOS anketinin Türkiye’de çeşitli araştırmacılar tarafından farklı sınıf seviyelerine uygun olarak Türkçeye uyarlanması yapılmıştır (Bilen ve Aydoğdu, 2012; Demir ve Akarsu, 2013; Küçük, 2008). Orijinal VNOS anketi üç geliştirme aşamasından geçmiştir. Geliştiricileri tarafından VNOS-C olarak da adlandırılan son versiyonu toplam 10 adet açık uçlu soru içermektedir ve yapılandırılmış görüşmelerde veri toplama aracı olarak kullanılması öngörülmüştür (Lederman ve diğer., 2002). Örneğin, VNOS anketinin üçüncü sorusu bilimsel metodların çeşitliliği hakkında iken (“Bilimsel bilginin üretiminde deneyler zorunlu mudur?”), beşinci sorusu ise bilimsel teoriler ve yasalar arasındaki farka odaklanmaktadır (“Bilimsel teoriler ve yasalar arasında bir fark var mıdır? Cevabını örnekler ile açıkla.”) (Lederman ve diğer., 2002, s. 509). Lisans seviyesindeki öğrencilere yönelik geliştirilmiş olan VNOS anketinin görünüş geçerliği (face validity) ve kapsam geçerliği (content validity) üç kişilik bir uzman paneli tarafından sağlanmıştır. Lederman vd. (2002), VNOS anketinin son halinin (VNOS-C) tam olarak uygulanmasının ortalama 45 ile 60 dakika arasında sürdüğünü belirtmiştir. VNOS, çoğunlukla yüksek katılımcı sayısı gerektirmeyen nitel çalışmalarda kullanılmaya uygun olsa da, bulguların genelleme yapılabilmesi için geniş örneklem gerektiren nicel araştırmalar için hem uygulama hem de veri analizi açısından çok pratik bir araç olmadığı görülmektedir.

Türkçe alanyazında sık karşılaşılan bilimin doğasına yönelik bir başka ölçüm aracı da Aikenhead ve Ryan (1992) tarafından geliştirilen ve Türkçeye birden fazla uyarlanması yapılmış olan (Arı, 2010; Aslan ve Taşar, 2013; Bora ve diğer., 2006; Doğan ve diğer., 2011; Yakmacı, 1998) ‘Views on Science-Technology-Society’ (VOSTS) isimli ölçektir. VOSTS ölçeğinin geliştirilmesinde beş aşamalı bir süreç izlenmiştir. Kanada’da okuyan 11. ve 12. sınıf lise öğrencilerinin seçildiği büyük örneklemli ve altı yıl süren geliştirme sürecinde, araştırmacılar öncelikle öğrencilerin bilimin epistemolojisi ve sosyolojisi hakkında var olan anlayış örüntülerini bulmak ve ölçek sorularını

bu anlayışlar bağlamında hazırlamak için öğrencilere açık uçlu sorular sormuş ve öğrencilerin yazılı cevapları nitel yöntemlerle analiz edilmiştir (Aikenhead ve Ryan, 1992). Ek olarak, katılımcı öğrencilerin bazıları ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve bu görüşmelerde öğrencilerden açık uçlu sorulara verdikleri yazılı yanıtları daha fazla açıklamaları istenmiştir. Geniş kapsamlı bir geliştirme sürecinin sonunda araştırmacılar, bilimin doğasının çeşitli unsurlarını içeren 114 maddelik çoktan seçmeli bir ölçek oluşturmuştur. Çoktan seçmeli maddelerin yanıt seçenekleri, sorulan sorunun içeriğine yönelik olarak farklı bir felsefi duruş ve pozisyon içermektedir. Her sorunun farklı sayıda yanıt seçeneği vardır ve genel olarak bu seçeneklerin soruya bağlı olarak 5 ile 13 arasında değiştiği belirtilmiştir. Aikenhead ve Ryan (1992), VOSTS ölçeğinin bir cevap anahtarı olmadığını ve maddelerin yanıt seçeneklerinin öğrencilerin farklı anlayışlarını yansıtmayı hedeflediğini belirtmiştir. Ancak, araştırmalarda bir grup katılımcının verdiği yanıtların toplu olarak anlamlandırılabilmesi ve gerekirse karşılaştırma yapılabilmesi için yanıtların belli bir yöntem kullanılarak kategorize edilmesi gerekmektedir. Yabancı ve Türkçe alanyazında araştırmacıların, VOSTS maddelerindeki her bir yanıt seçeneğini genellikle üç kategorili bir sınıflama kullanarak değerlendirdikleri görülmektedir: gerçekçi (realistic), kabul edilebilir (plausible), ve yetersiz (naive) (Doğan ve diğer., 2011; Erdoğan ve diğer., 2006; Rubba ve Harkness, 1996). Yetersiz olarak sınıflandırılan yanıt seçenekleri geleneksel (pozitivist) bir bakış açısını temsil ederken, kabul edilebilir ve gerçekçi olarak sınıflandırılan yanıtlar ise günümüzde bilim insanları ve araştırmacıların çoğunluğu tarafından fikir birliğinin olduğu bilimin doğasına yönelik post-pozitivist bir bakış açısını temsil etmektedir. VOSTS ölçeği çok sayıda madde ve yanıt seçeneği içerdiğinden dolayı alanyazında araştırmacıların genellikle çalışma amacına uygun olarak ölçekten belli bir sayıda maddeyi doğrudan veya adapte ederek kullandıkları görülmektedir. Ancak, bu da araştırmacıların oluşturdukları ölçüm aracının geçerlik ve güvenilirliğini karşılama noktasında potansiyel sorunlarla karşılaşmalarını beraberinde getirmektedir.

Araştırmanın Amacı

Ulusal ve yabancı alanyazındaki benzer diğer çalışmalar da incelendiğinde bilimin doğası unsurlarına yönelik araştırmacıların kullanabileceği, makul sayıda maddeden oluşan ve sonuçlarının istatistiksel analizlerde kolaylıkla değerlendirilebileceği, standardize edilmiş geçerli ve güvenilir ölçüm araçlarının sayısının çok sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın amacı, lisans düzeyindeki öğrencilerin bilimin doğasına yönelik görüş ve anlayışlarını ve bilimin doğası unsurlarının öğretimine yönelik tutumlarını ölçmek için Chen (2006) tarafından geliştirilen, geçerlik ve güvenilirlik analizleri yapılmış Bilim ve Eğitim Üzerine Görüşler [BEÜG] (Views of Science and Education) isimli ölçeğin Rasch modeli kullanılarak Türkçeye uyarlanmasıdır. Bu çalışmada BEÜG ölçeğinin yalnızca bilimin doğasına yönelik anlayış alt boyutlarına odaklanılmış, bilimin doğası unsurlarının öğretimine yönelik tutum alt boyutları kapsam dışında bırakılmıştır. Bunun nedeni, araştırmanın temel amacının, lisans düzeyindeki öğrencilerin bilimin doğasına yönelik kavramsal anlayışlarını değerlendirmek üzere ulusal literatürde eksikliği hissedilen bir ölçme aracını Türkçeye kazandırmak olmasıdır. BEÜG ölçeği, bilimin doğasına ilişkin literatürde kabul görmüş çeşitli unsurları (örneğin; bilimsel bilginin değişebilirliği, bilimsel yöntemlerin çeşitliliği, bilimde nesnellik ve öznellik) kapsamlı ve bütünsel bir şekilde değerlendirme imkanı sunması ve uluslararası alanda geçerlik ve güvenilirlik analizlerinin yapılmış olması nedeniyle tercih edilmiştir. Likert tipi kapalı uçlu maddelerden oluşan BEÜG ölçeği, uluslararası literatürde sıklıkla kullanılan bir araç olmasına rağmen Türkçe literatürde bu ölçeğin daha önce herhangi bir uyarlama çalışmasının yapılmadığı görülmektedir. Bilimin doğasına yönelik bu formatta geliştirilmiş ölçme araçlarının Türkçe literatürde oldukça sınırlı olması nedeniyle, bu çalışma önemli bir boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. Ayrıca, bu çalışmada BEÜG ölçeği, Rasch modeli gibi ileri düzey bir psikometrik yöntemle uyarlanmıştır. Bu metodolojik yaklaşım ile hem ölçeğin geçerlik ve güvenilirlik düzeyinin artırılması hedeflenmiş hem de Türkçe ölçek uyarlama literatürüne özgün bir katkı sunulması amaçlanmıştır. Çalışmanın yanıt bulmayı hedeflediği araştırma soruları şunlardır:

1. Türkçeye uyarlanan BEÜG ölçeğinin bilimin doğasına yönelik anlayış alt boyutlarının lisans seviyesindeki öğrencilerin bilimin doğasına yönelik anlayışlarını ölçmek için geçerliği yeterli düzeyde midir?
2. Türkçeye uyarlanan BEÜG ölçeğinin bilimin doğasına yönelik anlayış alt boyutlarının lisans seviyesindeki öğrencilerin bilimin doğasına yönelik anlayışlarını ölçmek için güvenilirliği yeterli düzeyde midir?

Yöntem

Araştırmanın Deseni

Bu çalışma nicel araştırma yaklaşımı temel alınarak tasarlanmış ve araştırma deseni olarak da betimsel tarama modeli kullanılmıştır. Betimsel tarama modeli, genellikle belirli bir grup veya olay hakkında veri toplamak, mevcut durumu tanımlamak ve analiz etmek amacıyla kullanılan nicel bir araştırma desendir. Bu tarama modeli, çoğunlukla bir popülasyonun belirli özelliklerini, davranışlarını, tutumlarını, görüşlerini ve inançlarını betimlemek amacıyla geniş bir katılımcı grubundan veri toplama sürecini içerir (Johnson ve Christensen, 2014).

Çalışma Grubu

Araştırmamızın çalışma grubunu İstanbul'daki bir devlet üniversitesinde 2023-2024 akademik yılında çeşitli bölümlerde öğrenimlerine devam eden 216 lisans öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmada, tesadüfi olmayan örnekleme tekniklerinden kolayda örnekleme yöntemi kullanılarak katılımcılara ulaşılmıştır. Kolayda örnekleme yöntemi, araştırma çalışmalarında hızı ve kolay erişilebilirliği önceleyen olasılıksız bir örnekleme toplama yöntemidir (Gravetter ve Forzano, 2012). Bu yöntem, araştırmacının kolaylıkla ulaşabildiği, en uygun ve katılmaya istekli olan bireylerden örnekleme seçmesine dayanır. Bu yöntemin tercih edilmesinin temel nedeni, araştırmanın zaman ve kaynak kısıtlamaları ile birlikte üniversite kampüsündeki öğrencilere erişim kolaylığıdır. İstanbul'da bir devlet üniversitesinde yürütülmüş bu çalışmada, kolayda örnekleme yöntemi, araştırmanın bağlamına uygun ve katılım sürecini hızlandırıcı bir yöntem olarak değerlendirilmiştir. Ancak, kullanılan bu tesadüfi olmayan örnekleme tekniğinin hedef evreni temsil edilebilirliği açısından sınırlılıkları vardır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, yalnızca çalışmanın yürütüldüğü üniversitedeki lisans öğrencileri için anlamlıdır ve daha geniş bir öğrenci evrenine genellenemez. Bununla birlikte, bu sınırlılıklar çalışmanın bağlamı ve amacı göz önüne alındığında kabul edilebilir düzeydedir. Araştırmanın bulguları, benzer öğrenci gruplarına yönelik gelecekteki çalışmalar için bir temel oluşturabilir.

Bu çalışmada katılımcılara ulaşmak amacıyla, araştırmayı kısaca tanıtan ve çevrimiçi anketin kısaltılmış adresini ve QR kodunu içeren bilgilendirici bir poster hazırlanmıştır. Poster, üniversitedeki çeşitli alanlarda (örneğin, derslik bina girişleri, derslikler, kafeteryalar, kütüphane) öğrencilerin kolayca fark edebileceği duyuru panolarına asılmıştır. Hem posterde hem de çevrimiçi anketin başlangıç kısmında, araştırmaya gönüllü katılımın tek şartının üniversitenin lisans bölümlerinden birinde öğrenci olmak olduğu belirtilmiştir. Posterler, bir ay süreyle panolarda kalmış ve bu süre zarfında gönüllü öğrencilerin ankete katılımı sağlanmıştır.

Tablo 1

Katılımcıların Demografik ve Akademik Özellikleri

Özellik	Kategori	f	%
Cinsiyet	Kadın	127	58.8
	Erkek	89	41.2
Fakülte	Eğitim	95	44.0
	Fen ve Edebiyat	51	23.6
	Mühendislik	36	16.7
	İktisadi ve İdari Bilimler	34	15.7
Üniversitede Alınan Toplam Fen Dersi Sayısı	0	63	29.2
	1-5 arası	76	35.2
	6-10 arası	40	18.5
	11-15 arası	23	10.6
	16+	14	6.5
Bilimin Doğası Üzerine Önceden Alınan Bir Ders	Evet	68	31.5
	Hayır	148	68.5

N = 216

Katılımcılara ait çeşitli demografik ve akademik özellikler Tablo 1'de verilmiştir. Katılımcıların yarısından fazlasını (%58.8) kadın öğrenciler oluşturmuştur ve fakülte bazında Eğitim Fakültesi öğrencileri çoğunluktadır (%44). Katılımcıların yaşlarının 19 ile 28 arasında değiştiği görülmüştür ($\bar{X} = 22.3$, $S_s = 1.6$) Akademik performansın bir göstergesi olarak, katılımcıların dörtlü sistemde genel not ortalaması 1.55 ile 3.48 arasındadır ($\bar{X} = 2.59$, $S_s = .45$). Katılımcıların üniversitede aldıkları toplam fen dersleri sayısına bakıldığında, öğrencilerin yaklaşık yüzde 29'unun üniversitede hiç fen bilimleri dersi almadığı, yüzde 35.2'sinin ise bir ile beş arasında fen dersi aldığı görülmektedir. Başka bir deyişle, katılımcıların çoğunluğunun fen alanında görece sınırlı bir bilgi birikimi olduğu söylenebilir. Son olarak, katılımcıların yarısından fazlası (%68.5) üniversitede bilim tarihi veya bilim felsefesi gibi bilimin doğası hakkında konuları içeren bir ders almadıklarını bildirirken, diğer öğrenciler (%31.5) ise en az bir kere böyle bir ders almış olduklarını belirtmişlerdir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada iki ayrı veri toplama aracı kullanılmıştır. Birincisi, katılımcıların demografik ve akademik bilgilerini toplamak için oluşturan kişisel bilgi formudur. İkincisi de lisans seviyesindeki öğrencilerin bilimin doğası unsurlarına yönelik anlayışlarını değerlendirmek için Chen (2006) tarafından geliştirilen ve bu çalışma kapsamında Türkçeye uyarlanan BEÜG ölçeğinin ilgili alt boyutlarıdır.

Kişisel bilgi formunda katılımcılara toplam altı soru sorulmuştur. Bu sorular sırasıyla katılımcının (1) cinsiyeti, (2) yaşı, (3) üniversitede okuduğu bölüm, (4) genel not ortalaması, (5) daha önce bilimin doğası üzerine bir ders alıp almadığı ve (6) üniversitede toplam aldığı fen bilimleri (fizik, biyoloji, çevre bilimi, vb.) ders sayısı.

Öğrencilerin demografik özellikleri ve akademik geçmişleri ile ilgili olan bu veriler hem araştırmanın katılımcı profilini oluşturmak hem de başka bir çalışma kapsamında lisans öğrencilerinin bilimin doğasına yönelik anlayışlarının farklı değişkenler açısından incelenmesi amacıyla toplanmıştır.

BEÜG ölçeği, lisans seviyesinde öğrenim gören öğrencilerin bilim doğasına ilişkin anlayışları ile bilimin doğası kavramlarının öğretimine yönelik tutumlarını ölçmek için Chen (2006) tarafından geçerlik ve güvenilirlik analizleri yapılarak geliştirilmiştir. Alanyazın incelendiğinde BEÜG ölçeğinin bilimin doğası ile ilgili çalışmalarda sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (örneğin; Algarni ve Alahmad, 2023; Burton, 2013; Sumranwanich ve Yuenyong, 2014). BEÜG, toplam 15 ana maddeden oluşmaktadır ve her bir maddenin de Likert-tipi beşli derecelendirme ölçeğinde yanıtlanan (1=Kesinlikle katılmıyorum, 2=Katılmıyorum, 3=Kararsızım, 4=Katılıyorum, 5=Kesinlikle katılıyorum) farklı sayıda alt maddeleri vardır. İlk dokuz ana madde lisans düzeyindeki öğrencilerin bilimin doğası unsurlarına yönelik anlayışlarını ölçmeyi hedeflerken, geriye kalan yedi ana madde ise öğrencilerin bilimin doğası unsurlarının okullarda öğretimine yönelik tutumlarını ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmada, özgün ölçeğin sadece öğrencilerin bilimin doğasına yönelik anlayışlarını ölçmeye odaklanan alt boyutları içeren birinci bölümünün (ilk dokuz madde) Türkçeye uyarlanması gerçekleştirilmiştir.

Özgün BEÜG ölçeğinin bilimin doğası unsurlarına yönelik anlayış alt boyutlarını içeren ilk dokuz maddesi toplam 46 alt maddeden oluşmaktadır. Her bir ana madde, bilimin doğası unsurlarından birine odaklanmaktadır. Örneğin, dokuzuncu madde bilim insanlarının kullandıkları bilimsel metot ve yöntemlerin çeşitliliği ile ilgilidir: “9: Çoğu bilim insanı, araştırmalarını yapmak için “genel bilimsel yöntemi” adım adım takip eder (yani; bir hipotez belirler, bir deney tasarlar, veri toplar, analizini yapar ve sonuç çıkarır).” Bu madde toplam altı tane alt maddeden oluşmaktadır. Bu altı maddeden üçü (9A, 9B, 9F) öğrenciler arasında gayet yaygın bir kavram yanılgısı olan bilimde evrensel tek bir bilimsel yöntemin (“genel bilimsel yöntem”) kullanıldığını iddia ederken (örneğin; 9A: “Genel bilimsel yöntem, geçerli, net, mantıklı ve doğru sonuçları garantiye alır. Bu nedenle, çoğu bilim insanı araştırmalarında bu evrensel yöntemi takip eder.”), diğer üç madde (9C, 9D, 9E) ise bilimde tek bir yöntemin var olmadığını vurgulamaktadır (örneğin; 9E: “Sabit bir genel bilimsel yöntem yoktur; bilimsel bilgi tesadüfen de keşfedilebilir.”). Bir diğer örnek olarak, dört alt maddeden oluşan ikinci madde bilimin doğası unsurlarından bilimde nesnellik ve öznellığe odaklanmaktadır: “2: Bilimsel araştırmalar sosyo-kültürel değerlerden (örneğin; güncel akımlar, toplumsal değerler) etkilenir”. Bu maddenin ilk iki alt maddesi (2A, 2B) sosyo-kültürel değerlerin bilimsel araştırmalara etkisi olduğu fikrini desteklerden (örneğin; 2B: “Evet, çünkü bilimsel araştırmalara katılan bilim insanları sosyo-kültürel değerlerden etkilenirler.”), diğer iki alt madde (2C, 2D) ise bunun tersini savunmaktadır (örneğin; 2C: “Hayır, iyi eğitim almış bilim insanları araştırma yaparken değer yargılarından bağımsız kalacaklardır.”). Tablo 2’de Türkçeye uyarlanan BEÜG ölçeğinin tüm alt boyutları ve her bir alt boyutun ihtiva ettiği maddeler gösterilmiştir.

Özgün BEÜG ölçeğinde, Chen (2006) ölçeği dokuz alt boyutta kavramsal olarak yapılandırmıştır. Spesifik olarak, Tablo 2’deki 8. boyut, özgün ölçekte nesnellik ve öznellik olarak ayrı değerlendirilmiş ve güvenilirlik katsayıları ayrı hesaplanmıştır. Ancak, Chen (2006) çalışmasında bu iki alt boyutun birleştirilebileceğini de vurgulamıştır: “Post-pozitivizme göre, öğrenciler [bilimde] nesnellik mitine karşı çıkmalı ve bilimin öznel yönünü öğrenmelidir. Dolayısıyla, bilimde nesnellik ve öznellik ile ilgili maddeler, nesnellik ile ilgili olanlar ters puanlanacak şekilde bir araya getirilerek gruplandırılabilir ve birleştirilmiş yapının alfa değeri 0.58 olarak değişir.” (s. 815). Günümüzde fen eğitimi araştırmacılarının büyük çoğunluğu (Allchin, 2011; Kötter ve Hammann, 2017) bilimin doğasını modern ve post-pozitivist bir bakış açısıyla yorumladıkları için bu çalışmada da bu iki alt boyutun birleştirilmesinin daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Ek olarak, özgün ölçekte Chen (2006) bilimde öznellik alt boyutunda 17 madde (1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 2A, 2B, 3A, 3B, 8A, 8B, 9D, 15A, 15B, 15C, 15D, 15H) ve bilimde nesnellik alt boyutunda 17 madde (1A, 1H, 2C, 2D, 3C, 3E, 5B, 6B, 8C, 8D, 8E, 9A, 9B, 15E, 15F, 15G, 15I) kullanmıştır (s. 811-812). Ancak, Chen’in ölçek geliştirme sürecinde faktör analizi gibi psikometrik yöntemler kullanılmamış, bu nedenle alt boyutların maddelerle eşleştirilmesi tamamen kavramsal temellere dayandırılmıştır. Bu durum, bazı maddelerin birden fazla alt boyutta bulunmasına neden olmuş ve bu maddelerin kavramsal olarak hangi boyuta daha uygun olduğu konusunda bir belirsizlik oluşturmuştur. Örneğin, bilimsel yöntemlerin çeşitliliği ile ilgili bazı maddeler (9A, 9B, 9D) ile bilimin doğası unsurlarının öğretimine yönelik tutum alt boyutlarıyla ilişkili bazı maddeler (15A, 15B, 15C, 15D, 15E, 15F, 15G, 15H, 15I) kavramsal olarak nesnellik ve öznellik alt boyutlarına da dahil edilip değerlendirilmiştir (Chen, 2006). Ölçekteki bazı maddelerin birden fazla alt boyutta bulunması ölçek geliştirme çalışmalarında istenmeyen bir durumdur (Worthington ve Whittaker, 2006). Ölçeklerin psikometrik geçerliliği ve teorik tutarlılığı açısından, her bir maddenin yalnızca bir alt boyutta yer alması beklenmektedir. Bundan dolayı, bu çalışmada nesnellik ve öznellik alt boyutları birleştirilmiş ve bu alt boyutun yalnızca bilimde nesnellik ve öznellik unsuruna doğrudan odaklanan maddelerden (2A, 2B, 2C ve 2D) oluşmasının, ölçeğin psikometrik geçerliliğini artıracak ve teorik çerçeve ile daha uyumlu bir yapı sağlayacağı sonucuna varılmıştır. Son olarak, bu çalışma kapsamında bilimsel bilginin doğrulanması alt boyutunu daha kapsamlı bir şekilde temsil etmek amacıyla 1B maddesi (“Evet, çünkü bu iki teori farklı bakış açılarından açıklamalar sunabilir, doğru ya da yanlış yoktur.”) bu alt boyut altında değerlendirilmiştir. Chen (2006), çalışmasında 1B maddesini bilimde öznellik ve nesnellik bağlamında nötr bir madde olarak değerlendirmiş (s.

812) ve herhangi bir alt boyut altında sınıflandırmamıştır. Ancak, 1B maddesi, bilimsel bilginin doğrulanması ana maddesinin alt maddelerinden biri (1A-1H) olması ve doğrudan bu unsura odaklanması nedeniyle, bu alt boyutta yer almasının kavramsal açıdan daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Özgün BEÜG ölçeğinin Türkçeye uyarlanması kapsamında yapılan bu düzenlemeler, ölçeğin alt boyutlarının daha tutarlı bir şekilde temsil edilmesine katkıda bulunmayı ve bilimin doğasına yönelik anlayışların daha doğru bir şekilde ölçülmesini hedeflemektedir. Uyarlama sürecinde yapılan bu değişiklikler, Chen'in (2006) çalışmasında vurguladığı esneklik ilkesine (s. 804) dayanmaktadır ve araştırma bağlamının gerekliliklerine uygun olarak yapılmıştır.

Tablo 2

Türkçeye Uyarlanan BÜEG Ölçeğinin Alt Boyutları ve Alt Boyutlara Karşılık Gelen Madde Numaraları

No	Alt Boyut	İlgili Maddeler
1	Bilimsel bilginin değişebilirliği	4A, 4B, 4C
2	Bilimsel gözlemlerin doğası	8A, 8B, 8C, 8D, 8E
3	Bilimsel yöntemler	9A, 9B, 9C, 9D, 9E, 9F
4	Kuram ve yasaların doğası	5A, 5B, 5C, 5D, 5E, 5F, 6A, 6B, 6C, 6D, 6E
5	Kuram ve yasalar arasındaki farklar	7A, 7B, 7C, 7D
6	Bilimde hayal gücünün rolü	3A, 3B, 3C, 3D, 3E
7	Bilimsel bilginin doğrulanması	1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 1H
8	Bilimde nesnellik ve öznellik	2A, 2B, 2C, 2D

Özgün BEÜG ölçeğinin geçerlik ve güvenirlik analizleri, Chen (2006) tarafından Tayvan'da lisans öğrencileriyle gerçekleştirilen bir çalışmada yapılmıştır. Chen (2006), BEÜG ölçeğini geliştirmek için üç aşamalı bir süreç izlemiştir. Birinci aşamada, bilimin doğası unsurlarının belirlemek için kapsamlı bir alanyazın taraması yapmış ve ardından bir pilot çalışması ile üniversite öğrencilerinin bilim doğası ile ilgili görüşleri hakkında veri toplamıştır. Ortaya çıkan sonuçlar ve önceki çalışmalar, anketin içeriğini ve formatını belirlemek için kullanılmıştır. İkinci aşamada, Chen (2006) ölçeğin maddelerini geliştirmiş ve 120 lisans öğrencisi ile ikinci bir pilot çalışması yapmıştır. Aynı zamanda, iki ayrı uzman paneli kapsam geçerliğini sağlamak için ölçekteki maddeleri tek tek incelemiş ve her bir maddenin anlamını değerlendirmiştir. Ayrıca, altı lisans ve bir lise öğrencisi ile yapılan görüşmelerinin sonuçları da kapsam geçerliğini sağlamak için kullanılmıştır. Uzmanlardan ve öğrencilerden alınan geri bildirimler ışığında ölçekte birtakım değişiklikler yapılarak ölçeğe son hali verilmiştir. Son aşamada ise, ölçeğin son hali çeşitli bölümlerde (örneğin; kimya, yabancı diller ve edebiyat) okuyan 302 lisans öğrencisine uygulanmıştır. Ek olarak, ölçeğin uygulandığı 302 öğrenci arasından 24 öğrenci ise bir ila üç ay sonra ölçeği tekrar cevaplamış ve sonuçlar test-tekrar test (test-retest) güvenirliğini hesaplamak kullanılmıştır. Ek olarak, bu 24 öğrenci ile testi tekrar aldıktan sonra görüşmeler gerçekleştirilmiş ve bu görüşmelerde ölçekte verdikleri yanıtları gerekçelendirmeleri istenmiştir.

Yapılan analizlerin sonucunda ölçeğin test-tekrar test korelasyon katsayısı .82 olan yüksek bir güvenirlik seviyesine ulaştığı görülmüştür (Chen, 2006). Ölçekteki her bir alt boyutun iç tutarlılık güvenirlik analizleri Cronbach alfa katsayısı hesaplanarak yapılmıştır. Alt boyutların Cronbach alfa katsayıları .34 ile .80 aralığında bulunmuştur (Chen, 2006). Ölçekteki üç alt boyutun Cronbach alfa katsayıları kabul edilebilir seviyeden küçük çıkması (George ve Mallery, 2019), bu alt boyutların görece düşük iç tutarlılığına işaret etmektedir (bilimsel bilginin değişebilirliği: $\alpha = .34$; bilimsel gözlemlerin doğası: $\alpha = .47$; bilimsel yöntemler: $\alpha = .48$). Ancak, bahsedilen çalışmada da vurgulandığı üzere, Chen (2006) analizlerinde öğrencilerin ham puanlarını kullanmıştır ve Rasch modeli gibi madde tepki teorisi (item response theory) kullanılarak ile yapılacak analizlerde alt boyutların iç tutarlılığı ile ilgili daha doğru sonuçlara ulaşılabileceğini belirtmiştir. Sonuç olarak, öğrencilerin perspektifinden geliştirilen ve alanındaki uzmanlar tarafından doğrulanmış BEÜG ölçeği, lisans seviyesindeki öğrencilerin bilimin doğası unsurlarına yönelik anlayışlarını incelemek için geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olarak Chen (2006) tarafından alanyazına kazandırılmıştır.

BEÜG Ölçeğinin Türkçeye Adaptasyonu

BEÜG ölçeğinin Türkçeye çevrilmesi sürecinde, Güngör (2016) tarafından ölçme araçları uyarlama çalışmalarında izlenmesi önerilen yöntem ve aşamalar takip edilmiştir. İlk olarak, ölçeğin geliştiricisi Dr. Sufen Chen ile e-posta üzerinden iletişim kurularak ölçeğin Türkçeye uyarlanmasına ilişkin izin alınmıştır. Daha sonra, ölçeğin özgün dili İngilizceden Türkçeye çevirisi her iki dile de hakim olan yazar ve bir araştırma asistanı tarafından bağımsız bir şekilde yapılmıştır. Yazar ve araştırma asistanı bir araya gelerek çevirileri karşılaştırmışlar ve farklılıklar üzerine mütalaa ederek anlaşma sağlamışlardır. Ölçeğin orijinal adı olan Views on Science and Education (VOSE), Türkçeye uyarlanarak Bilim ve Eğitim Üzerine Görüşler (BEÜG) olarak adlandırılmıştır. Ölçeğin özgün hali ve taslak çevirisi üç kişiden oluşan bir uzman paneline gönderilmiş ve panel üyelerinin görüşleri alınmıştır. Panel üyeleri, bilimin doğası üzerine çalışmaları bulunan fen eğitimi alanında bir akademisyen, kimya eğitimi alanında doktora ve 13 yıllık öğretmenlik tecrübesi olan bir kimya öğretmeni, ve İngilizce diline hakim, 8 yıllık öğretmenlik tecrübesi olan bir Türk Dili ve Edebiyatı öğretmeninden oluşmuştur. Panel üyelerinden gelen geri

bildirimler ışığında taslak çeviride gerekli değişiklikler yapılmış ve çevirinin son hali uzman paneline geri gönderilerek panel üyelerinin onayı alınmıştır. Son olarak, ölçeğin çevirisinin son hali hem İngilizce hem Türkçe diline hakim olan fen eğitimi alanında başka bir araştırma asistanına gönderilmiş ve ondan ölçeği İngilizceye geri çevirmesi istenmiştir. Özgün ölçek ile Türkçeden İngilizceye çevrilmiş versiyonu dikkatlice karşılaştırılıp iki formun da birbiriyle yüksek oranda tutarlı olduğu görülmüştür.

Bir sonraki aşamada, dokuz lisans öğrencisi ile ölçeğin Türkçe çevirisinin pilot çalışması yapılmıştır. Öğrencilerden ölçekteki maddeleri dikkatlice okumaları ve anlaşılmayan veya net olmayan kelimeleri ve cümleleri belirlemeleri istenmiştir. Bu uygulama sonucunda, öğrencilerin dönütleri ışığında yanlış anlaşılma potansiyeli olan bazı maddelerde cümlelerin anlamlarını netleştirmek amacıyla bazı küçük değişiklikler yapılmıştır. Örneğin, İngilizce *theory* kelimesi Türkçeye önce *kuram* olarak çevrilmiş fakat pilot çalışmasında öğrencilerin ekseriyeti *kuram* kelimesinin anlamını sormuş ve teori olarak açıklanması yapılırca anladıkları gözlemlenmiştir. Aynı öğrenciler, fen derslerinde de teori kelimesini daha sık kullandıklarını belirtmişlerdir ve bundan dolayı ölçekteki *kuram* kelimelerinin tümü *teori* olarak değiştirilmiştir. Pilot çalışması tamamlandıktan sonra ölçeğin geçerlik ve güvenirlik analizlerinin yapılması için veri toplama aşamasına geçilmiştir.

Veri Toplama Süreci

Çalışmanın verileri 2023-2024 eğitim ve öğretim yılı bahar döneminde toplanmıştır. İlk olarak, ölçek Qualtrics çevrimiçi anket sitesine aktarılmış ve öğrencilerin kendi cihazları ile ankete katılım göstermeleri planlanmıştır. Çevrimiçi hazırlanan anketin ilk sayfasına katılımcı onam formu yerleştirilmiş ve gönüllü olarak ankete katılmanın kabul edilmemesi durumunda kullanıcının anketin bitiş sayfasına yönlendirilmesi sağlanmıştır. Ek olarak, katılımcıların tüm maddeleri eksiksiz cevaplamalarını sağlamak için anketteki tüm maddeler cevaplanması zorunlu madde olarak düzenlenmiştir. Öğrencilerin katılımını teşvik etmek için araştırmanın sonunda yapılacak bir çekiliş ile üç katılımcıya 100 TL değerinde Amazon Türkiye hediye kartının verilmesi kararlaştırılmış ve isteğe bağlı olan bu çekilişe katılmak isteyen öğrencilerden anketin son sayfasında hediye kartının gönderileceği bir e-posta adresi paylaşmaları istenmiştir. Qualtrics üzerinde anketin hazırlığı tamamlandıktan sonra, yapılan araştırmayı tanıtan ve anketin çevrimiçi bağlantısını içeren bir poster tasarlanmış ve üniversitedeki çeşitli bina ve dersliklerin duyuru panolarına öğrencilerin kolayca görebileceği şekilde asılmıştır. Posterler bir ay boyunca panolarda kalmıştır ve bu süre zarfında veri toplama süreci devam etmiştir. Bir ayın sonunda posterler duyuru panolarından indirilmiş ve çevrimiçi anketin çalışması araştırmacı tarafından sonlandırılmıştır.

Veri Analizi

Veri toplama sürecinin tamamlanmasının ardından veri analizi aşamasına geçilmiştir. İlk olarak, Qualtrics üzerinden toplanan tüm veri Excel formatında bilgisayara indirilmiştir. Veri setinin herhangi bir aykırı yanıt (örneğin; tüm maddelere aynı yanıtın verilmesi) içermediğinden emin olmak için tüm veri dikkatle incelenmiştir. Veri setinde herhangi bir düzensizlik veya aykırı yanıt tespit edilmemiştir. Ankete toplam 227 kişinin katılım gösterdiği ancak 216 kişinin anketin tümünü cevapladığı ve 11 kişinin de anketi bitirmeden sonlandırdığı görülmüştür. Veri analizinde, sadece anketi tamamlamış 216 katılımcının verisi kullanılmıştır. Eksik yanıtlar çıkarıldıktan sonra, veri seti Rasch analizinde kullanılmak üzere Winsteps 5.7.1 yazılımına (Linacre, 2024) aktarılmıştır. Rasch ölçeği modeli, özellikle sosyal bilimler alanında sık kullanılan tek parametrelili bir madde tepki teorisi (item response theory, IRT) modelidir (Bond ve Fox, 2015). Bu olasılık tabanlı model, bireylerin yeteneklerini ve test/ölçek maddelerinin zorluklarını aynı ölçek üzerinde değerlendirir, bu sayede psikometrik sonuçlarının daha nesnel ve geçerli olmasını sağlar. Rasch modelinin temel varsayımı, bir bireyin belirli bir maddeyi doğru yanıtlayabilme olasılığının, o bireyin yeteneği ile maddenin zorluğunun farkının bir fonksiyonu olduğudur (Boone ve diğer., 2014). Rasch modelinin klasik test teorisinden (KTT) en temel farkı, ölçümlerin bağımsız olması ve madde ile birey parametrelerinin birlikte değerlendirilmesidir. KTT, bir testin veya ölçeğin güvenilirliğini ve geçerliliğini belirlemek için genellikle toplam ham puanları kullanır ve bu süreçte maddelerin zorluk seviyelerini ya da birey yeteneklerini göz önünde bulundurmaz. Rasch modeli ise, her bireyin yeteneğini ve her maddenin zorluğunu aynı mantıksal çerçevede hesaplayarak, ölçme sonuçlarının daha güvenilir ve genellenebilir olmasına olanak sağlar (Bond ve Fox, 2015). Ayrıca, Rasch modeli, farklı testler arasındaki karşılaştırmaları daha anlamlı kılar ve ölçüm sürecindeki sistematik hataların daha etkili bir şekilde tespit edilmesine olanak tanır (Elhan ve Atakurt, 2005). Bu özellikler, Rasch analizini psikometrik değerlendirmelerde daha çok tercih edilen bir yöntem haline getirmiştir.

Veri analizinin ilk aşamasında, ölçekteki maddelerin ve kişilerin yanıtlarının Rasch modeline ne derece uygunluk gösterdiğini belirlemek için model uyum analizi (model fit analysis) yapılmıştır (Bond ve Fox, 2015). Model uyumunu incelemek için iç-uyum (infit) ve dış-uyum (outfit) indeks göstergelerine bakılmıştır. Rasch analizinde iç-uyum ve dış-uyum indeksleri, standardize edilmiş dağılım değerleri (ZSTD) ve ortalama karesi değerleri (MNSQ) incelenerek değerlendirilir. Likert tipi sıralı derecelendirme maddeleri içeren ölçekler için kişi ve madde iç-uyum ve dış-uyum MNSQ değerlerinin 0.5 ile 1.5 aralığında olması, ZSTD değerlerinin ise -1.9 ile +1.9 aralığında olması beklenmektedir (Linacre, 2002). Boone vd. (2014), iç-uyum ve dış-uyum MNSQ değerlerinin

sadece kabul edilebilir aralıkta olmadığı durumlarda ZSTD değerlerinin kontrol edilmesinin yeterli olacağını belirtmiştir. Ayrıca, alt boyutlardaki her bir maddenin zorluk seviyesinin bir göstergesi olan madde ölçüm (item measure) değerleri ve bu değerlerin sıralaması da incelenmiştir.

Ölçeğin tutarlılığını ve güvenilirliğini belirlemek için kişi ve madde ayırt edicilik (person/item separation) indeks değerleri ile kişi ve madde güvenilirlik (person/item reliability) indeks değerlerine bakılmıştır. Kişi ayırt edicilik indeksi, test veya ölçekten düşük ve yüksek puan almış bireylerin birbirinden ne kadar iyi ayırt edilebildiğini değerlendirir. Madde ayırt edicilik indeksi ise maddelerin zorluk seviyeleri bakımından hiyerarşisini belirlemek için kullanılır. Kişi ayırt edicilik indeksi için 1.5 ile 2.0 aralığı kabul edilebilir bir değer, 2.0 ile 3.0 aralığı iyi bir değer ve 3.0 üzerindeki bir değer ise mükemmel bir ayırt edicilik değeri olarak kabul edilir (Bond ve Fox, 2015). Madde ayırt edicilik indeksi için de 1.5 ile 2.5 aralığında bir değer birey seviyesinde analiz için, 2.5 ve üzerinde bir değer de grup seviyesinde analiz için yeterli değerler olduğu kabul edilmiştir (Boone ve diğer., 2014). Son olarak, kişi ve madde için ayırt edicilik güven indekslerinin de 1.0 değerine yakın olması yüksek güvenilirliğe işaret eder (Boone ve diğer., 2014). Klasik test teorisi bağlamında bir test veya ölçeğin iç tutarlılığını hesaplamak için sık kullanılan Cronbach alfa katsayıları da bu çalışmanın analizleri kapsamında ölçekteki her bir alt boyut için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

BEÜG ölçeğin alt boyutlarının tek boyutluluğuna (unidimensionality) ilişkin değerlendirme, Winsteps üzerinde Artık Değerlerin Temel Bileşenler Analizi (Principal Components Analysis of Residuals, PCAR) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. PCAR yöntemi, ölçme aracının yapısındaki örtük faktörleri ve olası örüntüleri ortaya çıkarmak için yapılan bir analizdir (Boone ve Staver, 2020). Ek olarak, ölçek maddelerinin farklı alt gruplardaki bireyleri eşit şekilde ölçüp ölçmediğini değerlendirmek için madde yanlılığı (ön yargılı madde) analizi (differential item functioning, DIF) kullanılmıştır. Madde yanlılığı analizi, ölçek maddelerinin varsa potansiyel ön yargılarını belirlemek ve ölçeğin farklı sosyal veya demografik alt gruplara (örneğin, cinsiyet, ırk, etnik köken) ait bireyler için adil ve güvenilir olup olmadığını değerlendirmek için önemlidir (Tennant ve Pallant, 2007). Bu çalışmada, Türkçeye uyarlanan BEÜG ölçeğinin alt boyutlarında cinsiyetine bağlı madde yanlılığı olup olmadığı araştırılarak ölçeğin cinsiyet açısından tarafsızlığı değerlendirilmiştir.

Etik Konular

Bu çalışma kapsamında veri toplama aşamasına geçilmeden önce, Boğaziçi Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler İnsan Araştırmaları Etik Kurulu'ndan araştırma izni onayı alınmıştır. Aynı zamanda, Türkçeye uyarlanması yapılan VOSE ölçeğinin geliştiricisi ile e-posta üzerinden iletişime geçilmiş ve gerekli izinler alınmıştır. Araştırmaya katılım göstermek isteyen öğrencilere, çevrimiçi veri toplama anketinin açılış sayfasında katılımcı onam formu verilmiş ve araştırmanın içeriği ile ilgili gerekli bilgiler (örneğin; araştırmanın amacı ve kapsamı, verilerin saklanması, katılımın tamamen gönüllülük esasına dayanması gibi) sunulmuştur. Gönüllü olarak çalışmaya katılmayı kabul eden öğrenciler anket sorularına yönlendirilirken, katılım göstermek istemeyen öğrenciler ise sistem tarafından anketin bitiş sayfasına yönlendirilmişlerdir.

Bulgular

Maddelerin Rasch Modeline Uyumu

İlk olarak, veri setinin Rasch modeline ne derece uyum gösterdiğini değerlendirmek ve varsa modele uyum göstermeyen maddeleri belirlemek için madde iç-uyum (infit) ve dış-uyum (outfit) indeks değerleri (MNSQ ve ZSTD) kontrol edilmiştir. Tablo 3'te tüm alt boyutlar için o alt boyutun içerdiği maddelerin lojit biriminde ölçüm (measure) değeri, ölçüm değerinin standart hatası (S.H.) ile iç-uyum ve dış-uyum MNSQ/ZSTD indeks değerleri verilmiştir. Madde ölçüm değeri, bir maddenin ne kadar zor veya kolay olduğunu gösterir ve Rasch modelinde bu değer bir bireyin bu maddeyi doğru cevaplayabilme olasılığına ilişkin bir ölçüdür (Linacre, 2024). Lojit (logit: log-odds unit) birimi logaritmik bir ölçektir ve pozitif veya negatif değerlere sahip olabilir. Pozitif lojit değerinde bir ölçüm, maddenin zor olduğunu ve doğru cevaplanmasının daha az olası olduğunu gösterirken, negatif lojit değeri maddenin kolay olduğunu ve doğru cevaplanmasının daha olası olduğuna işaret eder. Lojit değeri sıfır olan bir madde ise, ortalama zorluk seviyesinde olarak kabul edilir. Diğer bir deyişle, madde ölçüm değerleri ölçme aracındaki maddelerin zorluk düzeyini nicel bir şekilde ifade ederken ölçme aracının geçerliği ve güvenilirliği hakkında önemli bilgiler sağlar.

Madde model uyum istatistiklerinin analizi sürecinde bilimsel gözlemlerin doğası alt boyutundaki maddelerden biri hariç diğer tüm alt boyutlardaki maddelerin MNSQ değerlerinin kabul edilebilir değerler aralığında (0.5 ile 1.5) olduğu gözlemlenmiştir. Bilimsel gözlemlerin doğası alt boyutuna ait 8E maddesinin iç-uyum MNSQ değeri 1.64 ve dış-uyum MNSQ değeri ise 1.70 çıkmıştır. MNSQ değerlerinin yüksek çıkması dolayısıyla bu maddeye ait ZSTD değerleri incelenmiş ve bu değerlerin de kabul edilebilir aralığın (-1.9 ile +1.9) çok dışında olduğu gözlemlenmiştir (iç-uyum ZSTD: 6.32, dış-uyum ZSTD: 6.42). Bu bulgular ışığında 8E maddesi dikkatlice incelenmiş ve bu inceleme sırasında, maddede bir anlam kayması veya öğrenciler tarafından yanlış anlaşılma sebebiyet verebilecek bir durum olup olmadığı değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda, maddede

herhangi bir sorun tespit edilmemiş ve pilot çalışmada da bu maddeye ilişkin öğrencilerden herhangi bir olumsuz geri bildirim alınmamıştır. Ancak, uyum analizi bulguları doğrultusunda bu alt boyutta madde iyi çalışmadığı için, 8E maddesi çıkarılarak bu alt boyutun madde uyum analizi tekrar yapılmıştır. Bunun sonucunda madde ayırt edicilik ve güvenilirlik indeks değerlerinin önemli ölçüde arttığı (Tablo 3) ve benzer şekilde Cronbach alfa iç tutarlık katsayısı değerinin de .57'den .70'e yükseldiği (Tablo 4) görülmüştür. Bu bulgular ışığında 8E maddesinin bilimsel gözlemlerin doğası alt boyutundan çıkarılmasına karar verilmiştir.

Tablo 3

Alt Boyutlardaki Maddelerin Lojit Biriminde Ölçüm (Measure) Değerleri ve Model Uyum İstatistikleri

Alt Boyut	Madde	Ölçüm	S.H.	İç-uyum		Dış-uyum	
				MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
Bilimsel bilginin değişebilirliği	4A	-1.19	.10	1.04	.42	1.04	.39
	4B	.48	.09	1.05	.52	1.04	.41
	4C	.71	.09	.89	-1.27	.87	-1.39
Bilimsel gözlemlerin doğası	8A	-.73	.10	.95	-.45	.94	-.53
	8B	-.23	.09	1.45	4.21	1.46	4.01
	8C	.62	.09	.56	-5.67	.58	-5.01
	8D	.34	.09	1.02	.25	1.00	.08
Bilimsel yöntemler	9A	.77	.09	.78	-2.22	.75	-2.51
	9B	.83	.09	.83	-1.67	.79	-2.05
	9C	-1.25	.08	1.10	1.09	1.14	1.48
	9D	.19	.09	.83	-1.93	.83	-1.86
	9E	-.31	.08	.97	-.27	.98	-0.18
	9F	-.23	.08	1.44	4.46	1.58	5.45
Kuram ve yasaların doğası	5A	.54	.09	1.00	.04	.99	-.02
	5B	.50	.09	.81	-2.08	.82	-1.87
	5C	-.85	.08	1.35	3.66	1.44	4.38
	5D	-.56	.08	.69	-4.04	.68	-4.16
	5E	-.17	.08	.63	-5.03	.63	-4.8
	5F	-.37	.08	.95	-.57	.94	-.65
	6A	.86	.09	1.26	2.33	1.29	2.59
	6B	.54	.09	.97	-.29	.93	-.7
	6C	-.53	.08	1.50	5.2	2.12	9.78
	6D	-.26	.08	.86	-1.7	.84	-1.83
	6E	.29	.08	1.00	.03	.99	-.07
Kuram ve yasalar arasındaki farklar	7A	.6	.09	.85	-1.59	.8	-2.09
	7B	.09	.09	.75	-2.8	.73	-3
	7C	-.12	.09	1.50	4.63	1.7	5.91
	7D	-.57	.09	.86	-1.53	.84	-1.68
Bilimde hayal gücünün rolü	3A	-.36	.10	1.00	.06	1.00	.00
	3B	-.11	.09	1.08	.77	1.11	1.01
	3C	.11	.09	.79	-2.24	.87	-1.31
	3D	.44	.09	1.08	.84	1.20	1.91
	3E	-.08	.09	1.05	.55	1.01	.16
Bilimsel bilginin doğrulanması	1A	.62	.07	1.19	2.20	1.35	3.61
	1B	-.2	.08	.78	-2.38	.82	-1.79
	1C	.2	.07	.76	-2.87	.73	-3.06
	1D	-1.03	.1	1.14	1.16	.99	-.04
	1E	.49	.07	.92	-.92	.95	-.52
	1F	.37	.07	.89	-1.3	.86	-1.58
	1G	-.38	.08	1.28	2.49	1.23	2.01
	1H	-.07	.08	1.28	2.7	1.29	2.69
Bilimde nesnellik ve öznellik	2A	-1.47	.11	.98	-.17	1.00	.08
	2B	-.92	.11	.86	-1.43	.80	-1.97
	2C	.8	.10	.93	-.75	1.02	.19
	2D	1.59	.10	.99	-.05	1.10	1.02

N = 216

Maddelerin Ayırt Ediciliği ve Güvenirlik

Tablo 4'te ölçekteki her bir alt boyut için kişi ve madde uyum indeks değerlerinin ortalaması ile ayırt edicilik, güvenilirlik ve Cronbach alfa değerleri gösterilmiştir. Öncelikle, tüm alt boyutların madde ayırt edicilik indeks değerlerinin 2.75 ile 11.50 aralığında olduğu görülmektedir. Boone vd. (2014), birey seviyesi analizi için 1.5 ve grup seviyesi analizi için 2.5 değerlerinin asgari kabul edilebilir değerler olduğunu belirtmiştir. Rasch analizinde, kabul edilebilir veya yüksek madde ayırt edicilik değeri, ölçeğin maddelerindeki maddelerin zorluk düzeylerinin doğru ve güvenilir bir şekilde belirlendiğini ve ayırt edilebildiğini gösterir. Dolayısıyla, sonuçlar Türkçeye uyarlanmış BEÜG ölçeğinin tüm alt boyutlarının farklı zorluk seviyelerine sahip maddeler içerdiğini ve bu maddelerin güvenilir bir şekilde değerlendirilip sıralanabileceğini göstermektedir.

Tablo 4

Türkçeye Uyarlanmış BEÜG Ölçeği Alt Boyutlarının Model Uyum Analizi Sonuçları

Alt Boyut		Ayırt Edicilik	Güvenirlik	İç-uyum		Dış-uyum		Cronbach Alfa (KR-20)
				MNSQ $\bar{X}$ (S.H.)	ZSTD $\bar{X}$ (S.H.)	MNSQ $\bar{X}$ (S.H.)	ZSTD $\bar{X}$ (S.H.)	
Bilimsel bilginin değişebilirliği	Kişi	1.29	.63	.97 (.05)	-.11 (.08)	.98 (.06)	-.08 (.08)	.48
	Madde	8.96	.99	.99 (.05)	-.11 (.58)	.98 (.06)	-.20 (.60)	
Bilimsel gözlemlerin doğası	Kişi	1.83	.77	.99 (.06)	-.14 (.06)	1.00 (.06)	-.12 (.08)	.70
	Madde	5.68	.97	1.00 (.18)	-.41 (2.03)	1.00 (.18)	-.36 (1.85)	
Bilimsel yöntemler	Kişi	1.66	.73	1.04 (.06)	-.14 (.09)	1.01 (.07)	-.16 (.09)	.65
	Madde	8.09	.98	.99 (.10)	-.09 (1.04)	1.01 (.13)	.06 (1.24)	
Kuram ve yasaların doğası	Kişi	2.08	.81	1.03 (.05)	-.18 (.11)	1.06 (.07)	-.15 (.11)	.76
	Madde	6.46	.98	1.00 (.08)	-.22 (.93)	1.06 (.13)	.24 (1.24)	
Kuram ve yasalar arasındaki farklar	Kişi	1.73	.75	1.01 (.07)	-.23 (.10)	1.02 (.07)	-.22 (.10)	.73
	Madde	4.76	.96	.99 (.17)	-.32 (1.68)	1.02 (.23)	-.21 (2.06)	
Bilimde hayal gücünün rolü	Kişi	1.84	.77	1.02 (.07)	-.22 (.10)	1.04 (.07)	-.20 (.10)	.78
	Madde	2.75	.88	1.00 (.05)	.00 (.58)	1.04 (.06)	.36 (.54)	
Bilimsel bilginin doğrulanması	Kişi	1.45	.68	1.03 (.05)	-.06 (.09)	1.03 (.05)	-.03 (.09)	.62
	Madde	6.43	.98	1.03 (.08)	.14 (.80)	1.03 (.08)	.17 (.84)	
Bilimde nesnellik ve öznellik	Kişi	2.45	.86	.95 (.05)	-.12 (.07)	.98 (.06)	-.10 (.07)	.82
	Madde	11.50	.99	.94 (.03)	-.60 (.32)	.98 (.06)	-.17 (.64)	

N = 216

Kişi ayırt edicilik indeksi değerleri incelendiğinde, iki alt boyut ('bilimsel bilginin değişebilirliği' ve 'bilimsel bilginin doğrulanması') haricindeki diğer alt boyutların kabul edilebilir (1.5 ile 2.0 arası) veya iyi bir ayırt-edicilik değerine (2.0 ile 3.0 arası) sahip oldukları görülmektedir. Kişi ayırt-edicilik indeksi, ölçüm aracının bireylerin bilgi veya yetenek seviyelerine göre ne kadar iyi ayırt edebileceğini gösteren bir ölçüttür. Yüksek bir kişi ayırt edicilik indeksi, ölçeğin bireyleri farklı bilgi ya da yetenek seviyelerine sahip olarak ayırt etme gücünün yüksek olduğunu gösterirken, düşük bir kişi ayırt-edicilik indeksi ise ölçeğin bu ayırt etme gücünün düşük olduğunu işaret eder (Bond ve Fox, 2015). Bilimsel bilginin doğrulanması alt boyutunun kişi ayırt edicilik indeksi değeri (1.45) kabul edilebilir değer olan 1.5 eşğine çok yakın olduğu için bu alt boyutun bireylerin bilgi seviyesini ayırt etmede düşük ancak yeterli bir performans gösterebileceği değerlendirilmiştir. Bu değerlerin 1.5 eşğine çok yakın olması, pratikte bu alt boyutun işlevselliğini yitirmediğini ve hala belirli bir düzeyde ayırt edicilik sağlayabildiğini göstermektedir. Buna ek olarak, bilimsel bilginin değişebilirliği alt boyutu için kişi ayırt edicilik indeksi değerinin 1.29 olması da, bu alt boyutun belirli bir düzeyde ayırt edici özelliklere sahip olduğunu, ancak yeterli düzeyde olmadığını göstermektedir. Genel olarak, bu bahsedilen iki alt boyutun kişi ayırt ediciliğini artırmak için bazı maddelerin gözden geçirilerek revize edilmesi ve bu alt boyutlara bazı ek maddelerin eklenmesi gerekebilir. Özellikle, bilimsel bilginin değişebilirliği alt boyutunun sadece üç maddeden oluşuyor olması (Tablo 2), düşük bir

ayrıt edicilik değerinin çıkmasında önemli bir rol oynamıştır. Bu yüzden, bu alt boyutu kullanacak araştırmacıların bunu göz önünde bulundurması ve alt boyutun amacına uygun ilave maddeler eklemesinin yararlı olacağı düşünülmektedir. Sonuç olarak, tüm ölçeğin geneline bakıldığında, alt boyutların çoğunluğunda kişi ayrıt edicilik indekslerinin yüksek olması, ölçeğin geçerlik ve güvenilirliği açısından olumlu bir gösterge olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle, kişi ayrıt edicilik indeksinin görece düşük çıktığı iki alt boyut üzerinde yapılacak revizyon ve iyileştirmelerin ölçeğin genel performansını daha da artırılabilirliği düşünülmektedir.

Tablo 4 incelendiğinde, ölçekteki alt boyutların kişi ve madde ayrıt edicilik güven indeksi değerlerinin çoğunlukla 1'e yakın olduğu görülmektedir. Rasch analizinde güvenilirlik, 0 ile 1 arasında bir değer olarak ifade edilir ve ölçüm aracının yaptığı ölçümlerin kararlılığını ve tutarlılığını gösterir. Kişi güvenilirlik indeksi, ölçeğin farklı bilgi veya yetenek seviyesindeki bireyleri ne derece tutarlı ölçtüğünü gösterirken, madde güvenilirlik indeksi ise ölçüm aracının maddelerinin zorluk seviyelerini ne kadar tutarlı ölçtüğünü işaret eder. Rasch modelinde kişi güvenilirlik indeksi klasik test teorisinde iç tutarlılığı ölçmek için sık kullanılan Cronbach alfa katsayısına kavramsal olarak en yakın istatistiktir (Linacre, 2024). Rasch analizinde, kişi ve madde güvenilirlik indekslerinin 1.0 değerine yakın olması ölçme aracının güvenilirliğe işaret eder. Tablo 4'te görüldüğü üzere, ölçekteki alt boyutların çoğunluğunda kişi ve madde güvenilirlik indeks değerleri 1'e yakındır. Ek olarak, tüm alt boyutlar için Cronbach alfa değerleri de hesaplanmıştır ve Tablo 4'te gösterilmiştir. George ve Mallery (2019), 0.7'den büyük bir Cronbach alfa değerinin kabul edilir güvenilirliği, 0.6 ile 0.7 aralığındaki bir değerinin düşük güvenilirliği, ve 0.5 ile 0.6 aralığındaki bir değer ise zayıf güvenilirliği işaret ettiğini ifade etmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, bilimsel bilginin değişebilirliği alt boyutunun iç tutarlılığının kabul edilebilir seviyenin altında ($\alpha = .48$) çıktığını göstermektedir. Özgün ölçeğin geliştirme çalışmasında da Chen (2006) bu alt boyut için çok düşük bir Cronbach alfa katsayısı değeri ($\alpha = .34$) bulmuştur. Araştırmacı, VOSE ölçeğini geliştirme sürecinde maddelerin anlamlılığının ve niteliğinin birinci önceliği olduğu ve bundan dolayı her alt boyutta yüksek iç tutarlığın istenilen ancak muhakkak aranan bir kriter olmadığını özellikle belirtmiştir (Chen, 2006, s. 815).

Tek Boyutluluk

Ölçüm aracındaki maddelerin iç-uyum ve dış-uyum indeks değerlerinin kabul edilebilir aralıkta olması ölçekteki maddelerin bir bütün olarak aynı örtük yapıyı ölçtüğünün ya da diğer bir deyişle ölçeğin tek boyutlu olduğunun göstergelerinden biridir (Bond ve Fox, 2015). Ek olarak, Artık Değerlerin Temel Bileşenler Analizi (PCAR), Rasch modelinin temel varsayımlarından biri olan ölçülen örtük yapının tek boyutlu olup olmadığını test etmek için sık kullanılan bir yöntemdir. PCAR, Rasch modelinin açıkladığı varyansın dışında kalan "artıklar" (residuals) içinde başka bir örtük yapı varsa, bunu ortaya çıkarmayı amaçlar (Boone ve Staver, 2020). Böyle bir yapının bulunması ölçüm aracının çok faktörlü bir yapıya sahip olduğuna işaret edebilir. İkinci olarak, Rasch modeli maddelerin yerel olarak bağımsız olduğunu varsayar. Diğer bir deyişle, Rasch modeli bir kişinin bir maddeye verdiği yanıtın diğer maddelere verdiği yanıtlardan bağımsız olduğunu varsayar. PCAR, bu varsayımın da ihlal edilip edilmediğini kontrol etmek için kullanılır. Eğer artıklar arasında istatistiksel önemde korelasyon varsa, bu yerel bağımsızlık varsayımının ihlal edildiğinin bir göstergesi olabilir. Linacre (2024), birinci kontrastın 3.0 değerinden küçük olması ve tüm maddelerin Rasch modeli ile uyum göstermesinin ölçeğin tek boyutlu olduğuna işaret ettiğini belirtmiştir. Bu çalışmada, her bir alt boyut için ayrı PCAR analizi yapılmıştır ve birinci kontrastların özdeğerleri (eigenvalue) 1.49 ile 2.47 değerleri arasında bulunmuştur. Sonuç olarak, Türkçeye uyarlanmış BEÜG ölçeğinin alt boyutlarındaki maddelerin tek boyutluluk şartını sağladığı ve her bir alt boyutun tek bir temel yapıyı ölçtüğü bulunmuştur.

Madde Yanlılığı (DIF) Analizi

Ölçekteki maddelerin cinsiyete göre madde yanlılığı olup olmadığını incelemek için önyargılı madde (DIF) analizi yapılmıştır. DIF analizi, bir ölçüm aracının farklı alt gruplara (örneğin; cinsiyet, etnik köken) mensup bireyler için farklı şekilde çalışıp çalışmadığını değerlendirmek için kullanılır (Badia ve diğer., 2002). Bir ölçeğin farklı alt gruplar için aynı şekilde çalışması, ölçeğin adil ve tarafsız olduğuna işaret eder. DIF analizinde kullanılan en yaygın yöntemlerden biri Mantel-Haenszel prosedürüdür (Zwick ve diğer., 1999). Bu prosedür, ölçüm aracındaki maddelerin iki veya daha fazla grup arasındaki performansını karşılaştırır. Eğer bir alt grubun bir maddedeki performansı karşılaştırılan grubun aynı maddedeki performansından istatistiksel anlamda farklı ise, o zaman bu maddenin potansiyel bir madde yanlılığı olduğu anlamına gelebilir. Rasch modelinde madde yanlılığını değerlendirmek için iki temel değere bakılır: lojit biriminde ifade edilen DIF kontrastı ve istatistiksel önem (p) değeri (Boone ve diğer., 2014). Basit olarak, DIF kontrastı söz konusu maddenin her iki alt grup için bağımsız olarak hesaplanan madde ölçüm (item measure) değerlerinin farkıdır. Eğer bir maddenin DIF kontrastının mutlak değeri .64 lojitten büyük ve p değeri .05'ten küçük ise, bu sonuç maddenin yüksek ihtimalle yanlı çalıştığına işaret eder (Boone ve diğer., 2014).

Tablo 5

Cinsiyete Bağlı Madde Yanlılığı (DIF) Analizi Sonuçları

Alt Boyut	Madde	DIF Kontrasta	S.H.	p
Bilimsel bilginin değişebilirliği	4A	.00	.20	.94
	4B	.12	.19	.45
	4C	.10	.19	.46
Bilimsel gözlemlerin doğası	8A	.27	.19	.08
	8B	.00	.18	.69
	8C	.19	.18	.09
	8D	.00	.18	.47
Bilimsel yöntemler	9A	.39	.20	.03*
	9B	.14	.20	.60
	9C	.26	.17	.25
	9D	.00	.17	.59
	9E	.18	.17	.19
	9F	.00	.17	.45
Kuram ve yasaların doğası	5A	.07	.18	.39
	5B	.22	.17	.25
	5C	.00	.16	.52
	5D	.21	.16	.13
	5E	.08	.16	.33
	5F	.00	.16	.56
	6A	.31	.19	.69
	6B	.05	.18	.49
	6C	.07	.16	.47
	6D	.06	.16	.95
Kuram ve yasalar arasındaki farklar	7A	.10	.18	.83
	7B	.09	.18	.59
	7C	.07	.17	.65
	7D	.11	.17	.89
Bilimde hayal gücünün rolü	3A	.16	.19	.54
	3B	.18	.19	.45
	3C	.17	.18	.63
	3D	.00	.18	.83
	3E	.17	.19	.99
Bilimsel bilginin doğrulanması	1A	.16	.14	.19
	1B	.22	.16	.15
	1C	.09	.15	.58
	1D	.00	.20	.96
	1E	.33	.14	.03*
	1F	.08	.14	.65
	1G	.12	.17	.32
	1H	.11	.15	.59
Bilimde nesnellik ve öznellik	2A	.12	.23	.26
	2B	.26	.23	.34
	2C	.08	.21	.45
	2D	.24	.21	.28

^aLojit biriminde mutlak değer. * $p < .05$

Tablo 5'te ölçeğin alt boyutlarındaki her bir maddenin cinsiyete göre DIF kontrastı, standart hatası ve istatistiksel önem (p) değerleri gösterilmiştir. İki madde (9A ve 1E) haricinde, ölçekteki tüm maddeler için p değerinin .05'ten büyük olduğu görülmektedir. Bu, söz konusu iki madde dışındaki diğer maddelerde cinsiyete dayalı anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Ancak, 9A ve 1E maddeleri için p değerinin .05'in altında olması bu maddelerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunduğunu işaret etmektedir. Ancak, bu iki maddeye ait DIF kontrast değerleri .64'ten oldukça küçük olup, istatistiksel anlamda önemli olan bu farkların büyüklüğünün pratik anlamda

önemli olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla, bu maddelerin ölçekte tutulmasına karar verilmiş ve genel ölçüm kalitesini olumsuz etkilemeyecekleri değerlendirilmiştir.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, Chen (2006) tarafından geliştirilen BEÜG ölçeğinin bilimin doğası unsurlarına yönelik anlayış alt boyutlarının Türkçeye uyarlanması yapılmıştır. Madde kuram teorisi kapsamında Rasch modeli kullanılarak ölçeğin psikometrik özellikleri incelenmiş ve ölçeğin lisans seviyesindeki öğrencilerin bilim doğası unsurlarına yönelik anlayışlarını ölçmek için genel olarak geçerli ve güvenilir bir veri toplama aracı olduğu bulunmuştur. Bilimsel gözlemlerin doğası alt boyutundaki 8E maddesinin madde uyum indeks değerleri kabul edilebilir değer aralığının dışında olduğu için bu maddenin ilgili alt boyuttan çıkarılmasına karar verilmiştir. Sonuç olarak Türkçeye uyarlanmış BEÜG ölçeğin son hali toplam 45 maddeden oluşmaktadır. Bulgular, ölçeğin alt boyutlarının tek boyutlu olduğu göstermiştir ve alt boyutlardaki maddelerde genel olarak cinsiyete bağlı madde yanlılığı bulunmamıştır. Ayrıca, ölçeğin alt boyutlarındaki maddelerin ayırt edicilik ve güvenilirlik değerlerinin genel olarak kabul edilebilir değerler aralığında olduğu görülmüştür. Ancak, bilimsel bilginin değişebilirliği alt boyutunun kişi ayırt edicilik ve güvenilirlik indeks değerleri ile Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı değeri kabul edilebilir seviyenin altında çıkmıştır. Bu durumun muhtemel nedenleri arasında, bu alt boyuttaki madde sayısının azlığı olabileceği düşünülmüştür. Bu yüzden, BEÜG ölçeğini kullanacak araştırmacıların ölçeğin psikometrik özellikleri ile ilgili bulguları göz önünde bulundurmaları ve ölçeği kullanmadan önce yapılan araştırmanın amacına göre gerekli önlemleri almaları tavsiye edilir. Örneğin, kişi ayırt edicilik indeksi ve Cronbach alfa katsayı değeri düşük çıkan bilimsel bilginin değişebilirliği alt boyutu için araştırmacılar kendi çalışmalarına uygun ek maddeler geliştirebilirler.

Modern ölçek geliştirme tekniklerinden biri olan Rasch modeli ile Türkçeye uyarlanması yapılan BEÜG ölçeğinin, bilimin doğası unsurlarına yönelik özellikle büyük örneklemeler ile araştırmalarını icra eden bilim insanları için makul süreler içinde pratik olarak uygulanabilecek bir ölçüm aracı olduğu görülmektedir. BEÜG ölçeğinin en önemli avantajlarından birisi, alanyazında genel bir fikir birliğinin olduğu bilimin doğası unsurlarının tamamına yönelik öğrenci anlayışlarını bütüncül olarak değerlendirilmesine olanak sağlayan alt boyutları ihtiva etmesidir. Bilimin doğasına yönelik öğrenci anlayışlarını ölçmeyi amaçlayan araştırmalarda sık kullanılan bir yöntem olan yapılandırılmış veya yarı-yapılandırılmış görüşmeler kapsamında katılımcıların açık uçlu sorulara verdikleri yanıtlarda bilimin doğası unsurlarına açıkça değinmemelerinin, öğrencilerin bu konudaki bilgi eksikliğinden mi yoksa sorulan sorunun öğrenci tarafından konu ile ilişkili bulunmamasından mı kaynaklandığı, yapılacak değerlendirmeyi zorlaştırabilir. Bu nedenle, BEÜG ölçeğinin öğrencilerin bilimin doğası unsurlarına yönelik farklı anlayışlarını daha net bir şekilde değerlendirmeye ve olası belirsizlikleri gidermeye yardımcı olacağı düşünülmektedir.

BEÜG ölçeğinin bilimin doğasına yönelik anlayışlara odaklanan alt boyutlarının Türkçeye uyarlanmasının gerçekleştirildiği bu çalışmada lisans öğrencileri ile ölçeğin geçerlik ve güvenilirlik analizleri yapılmıştır. Gelecekteki çalışmalar, Türkçeye uyarlanmış ilgili alt boyutların ortaöğretim ve lisansüstü seviyesindeki öğrenci grupları için de geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olup olmadığını değerlendirmeye odaklanabilir ve gerekirse bu öğrenci gruplarına yönelik ayrı adaptasyon çalışmaları gerçekleştirilebilir. Bunun yanı sıra, Türkçeye uyarlanmış BEÜG ölçeği, Türkiye’de ortaöğretim ve yükseköğretim seviyesinde bilimin doğası unsurlarına yönelik okul veya informal öğrenme ortamlarında yapılacak müdahale çalışmaları kapsamında öğrencilerin anlayışlarındaki değişimi analiz etmek amacıyla ön-test ve son-test uygulamalarında kullanılabilir. Son olarak, BEÜG ölçeği, ülkemizdeki farklı demografik ve sosyo-ekonomik gruplar arasında bilimin doğasına yönelik anlayışlardaki olası farklılıkları araştırmak ve yurtdışında bu ölçek ile yapılan benzer çalışmaları inceleyerek uluslararası karşılaştırmalar yapmak için de faydalı bir nicel veri toplama aracı olarak değerlendirilebilir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar, bu çalışmayı etkileyebilecek mali ve mali olmayan herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

Mali Destek

Yazar, bu çalışma kapsamında herhangi bir kamu, ticari veya kâr amacı gütmeyen kuruluştan mali destek almadığını beyan eder.

Etik Kurul İzin Bilgisi: Bu araştırma, Boğaziçi Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler İnsan Araştırmaları Etik Kurulu’nun 18.03.2024 tarihli ve E-84391427-050.01.04-172505 sayılı kararı ile alınan izinle yürütülmüştür.

Kaynakça / References

- Abd-El-Khalick, F. (2005). Developing deeper understandings of nature of science: The impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, 27(1), 15-42. <https://doi.org/10.1080/09500690410001673810>
- Abd-El-Khalick, F., Waters, M., & Le, A. P. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 835-855. <https://doi.org/10.1002/tea.20226>
- Aikenhead, G. S., & Ryan, A. G. (1992). The development of a new instrument: "Views on Science-Technology-Society" (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477-491.
- Akerson, V. L., Morrison, J. A., & McDuffie, A. R. (2006). One course is not enough: Preservice elementary teachers' retention of improved views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(2), 194-213. <https://doi.org/10.1002/tea.20099>
- Akgun, S., & Kaya, E. (2020). How do university students perceive the nature of science?. *Science & Education*, 29(2), 299-330. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00105-x>
- Akşit, O., Ceyhan, G., & Muğaloğlu, E.Z. (2023). Fen eğitiminin sözde-gerçeklik (post-truth) dünyasında rolü ve önemi. M. Ergun (Ed.), *Fen öğretimi 1* içinde (ss. 1-25). Nobel Yayınları.
- Algarni, N. A., & Alahmad, N. S. (2023). Views on nature of science and attitudes toward teaching nature of science among chemistry students in Saudi universities. *Journal of Baltic Science Education*, 22(2), 204-214. <https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.204>
- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518-542. <https://doi.org/10.1002/sce.20432>
- Allchin, D., Andersen, H. M., & Nielsen, K. (2014). Complementary approaches to teaching nature of science: Integrating student inquiry, historical cases, and contemporary cases in classroom practice. *Science Education*, 98(3), 461-486. <https://doi.org/10.1002/sce.21111>
- AAAS. (2001). *Atlas of science literacy: Mapping K-12 learning and goals*. Washington, DC: Author.
- Arı, Ü. (2010). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının ve sınıf öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Aslan, O., & Taşar, M. F. (2013). How do science teachers view and teach the nature of science? A classroom investigation. *Education and Science*, 28(167), 65-80.
- Badia, X., Prieto, L., & Linacre, J. M. (2002). Differential item and test functioning (DIF & DTF). *Rasch Measurement Transactions*, 16(3), 889. <https://www.rasch.org/rmt/rmt163g.htm>
- Bilen, K. ve Aydoğdu, M. (2012). Tahmin et-gözle-açıkla (TGA) stratejisine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve bilimin doğası hakkındaki düşünceleri üzerine etkisi. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 49-69.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2015). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences* (3rd Ed.). Routledge.
- Boone, W. J., & Staver, J. R. (2020). *Advances in Rasch analyses in the human sciences*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-43420-5>
- Boone, W. J., Staver, J. R., & Yale, M. S. (2014). *Rasch analysis in the human sciences*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-6857-4>
- Bora, N.D., Arslan, O. ve Çakıroğlu, J. (2006). Lise öğrencilerinin bilim ve bilim insanı hakkındaki görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(31), 32-44.
- Burton, E. P. (2013). Student work products as a teaching tool for nature of science pedagogical knowledge: A professional development project with in-service secondary science teachers. *Teaching and Teacher Education*, 29, 156-166. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2012.09.005>
- Čavojová, V., Šrol, J., & Ballová Mikušková, E. (2022). How scientific reasoning correlates with health-related beliefs and behaviors during the COVID-19 pandemic?. *Journal of Health Psychology*, 27(3), 534-547. <https://doi.org/10.1177/1359105320962266>

- Chen, S. (2006). Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching science. *Science Education*, 90(5), 803-819. <https://doi.org/10.1002/sce.20147>
- Clough, M., & Herman, B. (2016). The role of history and nature of science in climate change teaching and learning. D. Shemwell, A. R. Taylor, & A. D. Eberhardt (Eds.), *Teaching and learning about climate change: A framework for educators* içinde (ss. 15-28). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315629841>
- Çelik, S., & Bayrakçıken, S. (2006). The effect of a 'Science, Technology and Society' course on prospective teachers' conceptions of the nature of science. *Research in Science & Technological Education*, 24(2), 255-273. <https://doi.org/10.1080/02635140600811692>
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- Demir, N. ve Akarsu, B. (2013). Ortaokul öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki algıları. *Journal of European Education*, 3(1), 31-39.
- Dogan, N., & Abd-El-Khalick, F. (2008). Turkish grade 10 students' and science teachers' conceptions of nature of science: A national study. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(10), 1083-1112.
- Doğan, N., Çakıroğlu, J., Çavuş, S., Bilican, K. ve Arslan, O. (2011). Öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin geliştirilmesi: Hizmetiçi eğitim programının etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(40), 127-139.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press.
- Duruk, Ü. ve Akgün, A. (2020). Bilimin doğası bileşenlerinin fen bilimleri ders kitaplarında temsil edilme durumu. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 196-229.
- Duschl, R. A., & Grandy, R. (2013). Two views about explicitly teaching nature of science. *Science & Education*, 22, 2109-2139. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9539-4>
- Elhan, A. H. ve Atakurt, Y. (2005). Ölçeklerin değerlendirilmesinde niçin Rasch analizi kullanılmalıdır?. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 58(1), 47-50. https://doi.org/10.1501/Tipfak_0000000134
- Erdoğan, R., Çakıroğlu, J., & Tekkaya, C. (2006). Investigating Turkish pre-service science teachers' views of nature of science. Mutua, K. & Sunal, CS. (Eds.), *Crosscurrents and Crosscutting Themes: Research on Education in Africa, The Caribbean and The Middle East (Volume III)* içinde (ss. 273-285). Information Age Publishing.
- George, D., & Mallery, P. (2019). *IBM SPSS Statistics 26 step by step: A simple guide and reference*. Routledge.
- Gravetter, F. J., & Forzano, L. A. B. (2012). *Research methods for the behavioral sciences*. Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning.
- Güngör, D. (2016). Psikolojide ölçme araçlarının geliştirilmesi ve uyarlanması kılavuzu. *Türk Psikoloji Yazıları*, 19(38), 104-112.
- Gürses, A., Doğan, Ç. ve Yalçın, M. (2005). Bilimin doğası ve yüksek öğrenim öğrencilerinin bilimin doğasına dair düşünceleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 33(166), 68-76.
- Johnson, B., & Christensen, L. (2014). *Educational research: quantitative, qualitative and mixed approaches*. USA: SAGE Publications.
- Kötter, M., & Hammann, M. (2017). Controversy as a blind spot in teaching nature of science: Why the range of different positions concerning nature of science should be an issue in the science classroom. *Science & Education*, 26(5), 451-482. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9913-3>
- Küçük, M. (2008). Improving preservice elementary teachers' views of the nature of science using explicit – reflective teaching in a science technology and society course. *Australian Journal of Teacher Education*, 33(2), 16-40. <https://doi.org/10.3316/ielapa.858803461430642>
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2012). Nature of scientific knowledge and scientific inquiry: Instructional capacity through professional development. B. J. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* içinde (ss. 335- 359). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_24

- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Linacre, J. M. (2002). What do infit and outfit, mean-square and standardized mean? *Rasch Measurement Transactions*, 16(2), 878. <https://www.rasch.org/rmt/rmt162.pdf>
- Linacre, J. M. (2024). *A user's guide to Winsteps Ministeps Rasch-model computer programs [version 5.7.1]*. Retrieved from <https://www.winsteps.com/a/Winsteps-Manual.pdf>
- Liu, S. Y., & Tsai, C. C. (2008). Differences in the scientific epistemological views of undergraduate students. *International Journal of Science Education*, 30(8), 1055-1073. <https://doi.org/10.1080/09500690701338901>
- McComas, W. F. (2020). Principal elements of nature of science: informing science teaching while dispelling the myths. W. F. McComas (Ed.), *Nature of science in science instruction: Rationales and strategies içinde* (ss. 3-22). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6_3
- McComas, W.F., & Olson, J.K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. W.F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies içinde* (ss. 41-52). Dordrecht: Kluwer. https://doi.org/10.1007/0-306-47215-5_2
- Mesci, G., & Schwartz, R. S. (2017). Changing preservice science teachers' views of nature of science: Why some conceptions may be more easily altered than others. *Research in Science Education*, 47, 329-351. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9503-9>
- MEB. (2005). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- MEB. (2024). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- Mueller, S., & Reinert, C. S. (2023). Pre-service chemistry teachers' views about the tentative and durable nature of scientific knowledge. *Science & Education*, 32(6), 1813-1845. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00374-8>
- National Research Council [NRC]. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academies Press.
- NGSS Lead States. (2013a). *Next generation science standards: For states, by states*. National Academies Press.
- NGSS Lead States. (2013b). Appendix H – *Understanding the scientific enterprise: The nature of science in the next generation science standards*. Washington DC.
- Olson, J. K. (2018). The inclusion of the Nature of Science in nine recent international science education standards documents. *Science & Education*, 27(7-8), 637-660. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9993-8>
- OECD. (2023). *PISA 2025 Science Framework (Second Draft)*. Retrieved from: https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/assets/docs/PISA_2025_Science_Framework.pdf
- Özcan, I. (2011). *Bilimin doğası inanışlarına yönelik bir ölçeğin geliştirilmesi ve fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğası inanışlarının tespiti*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Parker, L., Krockover, G., Lasher-Trapp, S., & Eichinger, D. (2008). Ideas about the nature of science held by undergraduate atmospheric science students. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 89(11), 1681-1688. <https://doi.org/10.1175/2008BAMS2349.1>
- Popper, K. R. (1963). *Conjectures and refutations: The growth of scientific knowledge*. Routledge.
- Ramnarain, U. D., & Chanetsa, T. (2016). An analysis of South African Grade 9 natural sciences textbooks for their representation of nature of science. *International Journal of Science Education*, 38(6), 922-933. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1167985>
- Rubba, P. A., & Harkness, W. J. (1996). A new scoring procedure for the Views on Science-Technology-Society instrument. *International Journal of Science Education*, 18(4), 387-400. <https://doi.org/10.1080/0950069960180401>

- Ryder, J., & Leach, J. (1999). University science students' experiences of investigative project work and their images of science. *International Journal of Science Education*, 21(9), 945-956. <https://doi.org/10.1080/095006999290246>
- Şen, Ş. ve Temel, S. (2023). Ortaöğretim 9. Sınıf Kimya Ders Kitabının Bilimin Doğası Bileşenleri Açısından İncelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(3), 1477-1496. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2023..-1225686>
- Sumranwanich, W., & Yuenyong, C. (2014). Graduate students' concepts of nature of science (NOS) and attitudes toward teaching NOS. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 2443-2452. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.589>
- Tennant, A., & Pallant, J. F. (2007). DIF matters: A practical approach to test if differential item functioning makes a difference. *Rasch Measurement Transactions*, 20(4), 1082-1084. <https://www.rasch.org/rmt/rmt204d.htm>
- Türkmen, L. (2006). Bilimsel bilginin özellikleri ve fen-teknoloji okuryazarlığı. M. Bahar. (Ed.), *Fen ve teknoloji öğretimi* içinde (ss. 34-56). Pegem Akademi Yayınları.
- Van der Linden, S., Roozenbeek, J., & Compton, J. (2020). Inoculating against fake news about COVID-19. *Frontiers in Psychology*, 11, 566790. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.566790>
- Worthington, R. L., & Whittaker, T. A. (2006). Scale development research: A content analysis and recommendations for best practices. *The Counseling Psychologist*, 34(6), 806-838. <https://doi.org/10.1177/0011000006288127>
- Yakmacı, B. (1998). *Science (biology, chemistry and physics) teachers' views on the nature of science as a dimension of scientific literacy*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Zwick, R., Thayer, D. T., & Lewis, C. (1999). An empirical Bayes approach to Mantel-Haenszel DIF analysis. *Journal of Educational Measurement*, 36(1), 1-28. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.1999.tb00543.x>