

Development of a Proportional Reasoning Skill Test (PRST) for 7th Grade Students

Hafize Gamze KIRMIZIGÜL, Ministry of National Education, ORCID ID: 0000-0002-9573-0801

Aziz İLHAN, Inonu University, ORCID ID: 0000-0001-7049-5756

Bilal ALTAY, Inonu University, ORCID ID: 0000-0002-2400-7122

Abstract

The purpose of the research is to develop a valid and reliable skill test to detect the proportional reasoning skills of 7th grade students. Therefore, the research process was carried out according to the exploratory sequential design, one of the mixed method designs, during the development process of the test. In the qualitative part of the research, document analysis was carried out, and opinions were obtained from expert academics. A comprehensive literature review was carried out with the qualitative part and the general framework of the test was drawn. In the quantitative part, the data collected in the qualitative part were analyzed by statistical methods and the measurement tool was finalized. The participants of the study consist of 307 7th grade secondary school students studying at five different public secondary schools in a medium-sized province in the Eastern Anatolian region of Turkey. For the test consisting of 20 multiple choice questions, content validity item index analysis and construct validity studies were carried out respectively. In this direction, Microsoft Excel, SPSS and TAP programs were used. Within the scope of reliability studies, the KR-20 internal consistency coefficient was calculated as 0.77. Suggestions were made for future research on the test obtained as a result of the validity and reliability analyzes

Keywords: Proportional reasoning skills, test development, ratio-proportion.



Inonu University
Journal of the Faculty of
Education
Vol 24, No 2, 2023
pp. 1222-1242
DOI
10.17679/inuefd.1209201

Article Type
Research Article

Received
23.11.2022

Accepted
03.09.2023

Suggested Citation

Kırmızıgül, H. G., İlhan, A., & Altay, B. (2023). Development of a proportional reasoning skill test (PRST) for 7th grade students. *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 24(2), 1222-1242. DOI: 10.17679/inuefd.1209201

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Proportional reasoning is one of the types of mathematical reasoning based on multiple comparisons with variability as part of the ratio proportional learning process (Lesh et al., 1988). Proportional reasoning, in other words, is defined as the ability to be aware of mathematically handled situations, to distinguish non-proportional situations, and to use symbolic representations (Cramer et al., 1993). It is also the skill to distinguish and compare multiplicative relationships in their shortest forms (Behr et al., 1992). According to National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], (2000) reports using multiple representations in proportional relations, based on establishing two equal ratios and distinguishing the relations between these ratios is an important skill. Especially in proportional reasoning, multiple comparisons and problem solving processes based on qualitative and quantitative comparisons require cognitive effort and use of metacognitive skills (Modestou & Gagatsis, 2010). When proportional reasoning is considered, studies highlight it as an important and fundamental concept of mathematics lessons in primary and secondary schools (Lamon, 2007; Lesh et al., 1988). Gaining and developing proportional reasoning skills is especially important for secondary school students (Ayan & Işıksal-Bostan, 2019).

When the tools measuring proportional reasoning are considered, it can be seen that these tools include open-ended, multiple choice questions or two phased-questions. Considering the proportional reasoning skill tests in the literature, it was deemed important to develop a multiple choice reasoning skill test that includes the learning outcomes of the ratio and proportion subject of the current first to eighth grades of secondary school mathematics curriculum Ministry of National Education [MoNE], (2018). Hence, it was deemed appropriate to develop a current, valid, reliable and multiple choice test since some of the tests including multiple choice questions, literature were not up-to-date according to the MoNE curriculum (2018) learning outcomes, some only included open-ended questions, and they were not based on the current curriculum, and the rest were developed as a two-phase test, hence was not appropriate to use for the aim of the research.

Purpose

The purpose of the research is to develop a valid and reliable skill test to detect the proportional reasoning skills of the 7th grade students regarding ratio and proportion learning outcomes. The research questions in line with this aim are as follows:

- Is the multiple choice proportional reasoning skill test, developed to determine the proportional reasoning skills of 7th grade students on ratio and proportion learning outcomes, valid?
- Is the multiple choice proportional reasoning skill test, developed to determine the proportional reasoning skills of 7th grade students on ratio and proportion learning outcomes, reliable?

Method

The study process was carried out according to the exploratory sequential design, one of the mixed method designs used in developing tests. Literature review was conducted for the qualitative part of the research, and opinions of expert academicians and teachers were sought.

An extensive literature review was conducted and the general framework of the test was outlined. In the quantitative part, the data collected in the qualitative part were analyzed using statistical methods and the measurement tool was finalized. The participants are 307 secondary school students in five different public schools province in the Türkiye. For the test consisting of 20 multiple choice questions, content validity item index analysis and construct validity studies were carried out respectively by using Microsoft Excel, SPSS and TAP programs.

Findings

This section presents the findings of the content validity, item index analysis, construct validity and reliability studies.

Discussion & Conclusion

The test developed regarding the proportional reasoning skills, is for 7th grade students, and includes 20 questions. In line with the purpose of the research, a valid and reliable skill test was developed to detect the proportional reasoning skills of 7th grade students on ratio and proportion learning outcome. By using the exploratory sequential design of the mixed method, the validity and reliability of the test were ensured through qualitative and quantitative processes. First of all, the purpose and scope of the test were determined and the test development steps (Büyüköztürk et al., 2014) were applied respectively. The qualitative part of the research includes national and international literature review, data obtained from the learning outcomes of ratio and proportion in the mathematics curriculum of first to eighth grades of secondary school, and mathematics course book published by MoNE for 7th grade of secondary school. In this part, which accompanies the content validity process, the acquisition and question matching tables and the literature information about the acquisitions are presented in detail. In addition, expert opinions were sought for the content validity of the test and the pre-trial application was carried out for face validity. Similarly, expert opinions were sought and literature review was conducted for the majority of the development of the measurement tools (Akkuş & Duatepe-Paksu, 2006; Allain, 2000; Arican, 2019; Pelen & Dinç-Artut, 2015). When the index of distinctiveness and difficulty values of the PRST items were examined, it was determined that the test had medium difficulty and good discrimination. The construct validity of the PRST, that is, whether it measures a single construct or not, was provided by examining the information on the subject of ratio and proportion and the 7th grade curriculum. Studies in which item analyzes (Arican, 2019) were applied in detail and the values were explained and presented provided an important insight in the current research. To determine the reliability of the PRST, the KR-20 reliability coefficient was calculated using the Microsoft Excel, SPSS and TAP programs and a value of 0.77 was obtained. The reliability of the test was found to be consistent with the degree of reliability obtained in different proportional reasoning tests (Allain, 2000).

7. Sınıf Öğrencilerine Yönelik Bir Orantısal Akıl Yürütme Beceri Testi (OAYBT) Geliştirilmesi

Hafize Gamze KIRMIZIGÜL, Milli Eğitim Bakanlığı, ORCID ID: 0000-0002-9573-0801

Aziz İLHAN, İnönü Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0001-7049-5756

Bilal ALTAY, İnönü Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0002-2400-7122

Öz

Araştırmanın amacı 7. Sınıf öğrencilerinde orantısal akıl yürütme becerilerini tespit etmek adına geçerli ve güvenilirliği kanıtlanmış bir beceri testi geliştirmektir. Bu bağlamda testin geliştirilme sürecinde karma yöntemin desenlerinden keşfedici sıralı desene göre araştırma süreci yürütülmüştür. Araştırmanın nitel kısmında doküman incelemesi yapılmış, uzman akademisyenlerden görüş alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Nitel kısım ile kapsamlı bir alanyazın taraması gerçekleştirilmiş ve testin genel çerçevesi çizilmiştir. Nicel kısımda ise nitel kısımda toplanan veriler istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiş ve ölçme aracına son şekli verilmiştir. Araştırmanın katılımcıları Türkiye'nin Doğu Anadolu bölgesinde bulunan orta büyüklükteki bir ilinde beş farklı devlet ortokulunda öğrenimlerine devam etmekte olan 307 ortaokul 7. Sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. 20 adet çoktan seçmeli sorudan oluşan test için kapsam geçerliği, görünüş geçerliği ve yapı geçerliği çalışmaları sırasıyla yapılmıştır. Bu doğrultuda Microsoft Excel, SPSS ve TAP programları kullanılmıştır. Güvenirlik çalışmaları kapsamında ise KR-20 iç tutarlılık katsayısı 0.77 olarak hesaplanmıştır. Geçerlik ve güvenirlik analizleri sonucunda elde edilen teste yönelik ileride yapılacak araştırmalara önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Orantısal akıl yürütme becerisi, test geliştirme, oran-orantı.



İnönü Üniversitesi
Eğitim Fakültesi Dergisi
Cilt 24, Sayı 2, 2023
ss. 1222-1242
[DOI](#)
10.17679/inuefd.1209201

Makale Türü
Araştırma Makalesi

Gönderim Tarihi
23.11.2022

Kabul Tarihi
03.09.2023

Önerilen Atıf

Kırmızıgül, H. G., İlhan, A., & Altay, B. (2023). 7. sınıf öğrencilerine yönelik bir orantısal akıl yürütme beceri testi (OAYBT) geliştirilmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 1222-1242. DOI: 10.17679/inuefd.1209201

7. Sınıf Öğrencilerine Yönelik Bir Orantısal Akıl Yürütme Beceri Testi (OAYBT) Geliştirilmesi

Giriş

Orantısal akıl yürütme oran-orantıya dayalı öğrenme sürecinin bir parçası olarak çoklu karşılaştırmalar ile değişkenliğe dayanan matematiksel akıl yürütme türlerinden biridir (Lesh vd., 1988). Farklı bir ifadeyle oran-orantı yoluyla matematiksel olarak ele alınan durumların farkına varabilme, orantılı olmayan durumları ayırt edebilme ve sembolik gösterimleri kullanabilme beceri ve yeteneği şeklinde tanımlanmaktadır (Cramer vd., 1993). Bir diğer ifadeyle çarpımsal ilişkileri görebilme ve karşılaştırma yapabilme yeteneğidir (Behr vd., 1992). NCTM (2000) raporlarında da üzerinde önemle durulan ve iki eşit oran kurmaya ve bu oranlar arasındaki ilişkileri ayırt edebilmeye dayalı, orantısal ilişkilerde çoklu temsilleri kullanabilmeyi kapsayan bir beceri olarak yer almaktadır. Orantısal akıl yürütmede çoklu karşılaştırmalar yapılması, niteliksel ve niceliksel karşılaştırmalara dayalı problem çözme süreçleri bilişsel çaba ve üst bilişsel beceriler gerektirmektedir (Modestou ve Gagatsis, 2010).

Orantısal akıl yürütmeye yönelik yapılan tanımlara bakıldığında, ilkokul ve ortaokul matematik derslerinde önemli bir kavram ve temel yapı taşı olarak ifade edilmektedir (Lamon, 2007; Lesh vd., 1988). Nitekim orantısallığı veya çarpımsal ilişkileri ayırt edebilmek kadar orantısal olmayan durumları da ayırt etmek bu akıl yürütme türünün önemli bir parçasıdır (Cramer vd., 1993; Dinç-Artut ve Pelen, 2015; Mersin, 2018; Modestou ve Gagatsis, 2008; Pelen ve Dinç-Artut, 2015; Singh, 2000; Toluk-Uçar ve Bozkuş, 2016; Van-Dooren vd., 2010). Ayrıca, yalnızca öğrencilerin değil yetişkinlerin de tüm yaşantısı boyunca oransal ilişkilerde orantısal akıl yürütmeye ihtiyaç duyduğu ifade edilmektedir (Lamon, 2012). Bu bağlamda, öğrencilerin erken gelişim dönemlerinden itibaren orantısal akıl yürütme becerisi geliştirilmeli ve onlara bu konuda yetkinlik kazandırılmalıdır (Vanluydt vd., 2021). Özellikle öğretmenlere, orantısal akıl yürütmenin gelişimi ve bu becerinin kazandırılması ile etkin kullanımında büyük görevler düşmektedir (Mardika ve Mahmudi, 2021). Öğretmenler tarafından öğretilmesi zor ve karmaşık (Alfieri vd., 2015), öğrenciler tarafından anlaşılmasının zor olduğu (Weinberg, 2002) ifade edilen orantısal akıl yürütmeyi; öğretmenler öğrencilerin öğrenme gereksinimlerini belirleyerek uygun etkinlik ve stratejilerle desteklemelidir (Misailidou ve Williams, 2003).

Orantısal akıl yürütme becerisi, bu becerinin öğrenme sürecinde nasıl geliştirileceği ve öğrencilerin bu konuda yaptığı hatalar ile yaşanan zorluklar alanyazında araştırmacıların odaklandığı konulardandır (Duatepe vd., 2005; Hart, 1984; Karlı ve Yıldız, 2022; Karplus vd., 1983; Langrall ve Swafford, 2000; Lesh vd., 1988; Lobato ve Ellis, 2010; Noelting, 1980; Özgün-Koca ve Altay, 2009; Pelen, 2014; Tourniaire ve Pulos, 1985; Vanluydt vd., 2018). Özellikle öğrencilerin orantısal akıl yürütme gerektiren farklı problem türlerinde zorluk yaşadığı (Mersin, 2018) ve problem çözümlerinde hatalı stratejiler kullandığı belirlenmiştir (Karlı ve Yıldız, 2022). Benzer şekilde öğrencilerin çarpımsal ilişkileri fark etmede (Pelen, 2014) ve çözüm stratejilerini kullanmada zorluk yaşadıkları ifade edilmektedir (Lesh vd., 1988). Öğrenciler tarafından yaşanan bir diğer zorluk ise problemlerdeki verilerin bir kısmını göz ardı etmeleridir (Özgün-Koca ve Altay, 2009). Ayrıca içler dışlar çarpımı algoritmasının doğru ve yerinde kullanımı da öğrenciler tarafından zorluk yaşanan bir başka unsurdur (Lesh vd., 1988). Öğrenciler açısından bakıldığında; orantısal akıl yürütme yalnızca matematik dersinde değil farklı derslerde de konuyu anlamalarına ve gelecek öğrenmelerini güçlendirmelerine etki etmektedir (Çetin ve Ertekin, 2011; Ramful ve Narod, 2014). Özellikle matematik dersinin kendi içinde kesirler, denk kesirler, denklem, olasılık,

vb. gibi farklı konularında da orantısal akıl yürütme yer almakta ve birçok konuyla ilişkilendirilebilmektedir (Van de Walle vd., 2013). Öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerini ve bu konudaki seviyelerini belirleyen, orantısal düşüncelerini matematiksel düşünme kapsamında ele alan çalışmalar mevcuttur (Akkuş ve Duatepe-Paksu, 2006). Benzer şekilde, orantısal akıl yürütme ve orantısallık içeren problem çözümlerinde öğrencilerin kullandıkları strateji ve çözümler alanyazında birçok araştırmada ele alınmıştır (Ben-Chaim vd., 1998; Cramer ve Post, 1993; Duatepe vd., 2005; Pakmak, 2014; Toluk-Uçar ve Bozkuş, 2016).

Orantısal akıl yürütme becerisini ölçen araçlar incelendiğinde açık uçlu, çoktan seçmeli veya iki aşamalı olarak hazırlanan araçlar karşımıza çıkmaktadır. Lawton (1993) oran-orantı problemlerine yönelik oluşturduğu sekiz soruda, orantısal ilişkiler ile sezgisel anlamayı ele alan etkili bir unsurun da, problemdeki nesnelere arasındaki fiziksel benzerlik derecesi olduğunu saptamıştır. Allain (2000) ise 6 - 8. Sınıf seviyelerinde ortaokul öğrencilerine hitap eden 10 adet açık uçlu problemden oluşan "Orantılı Akıl Yürütme Değerlendirme Ölçeği" geliştirmiştir. Ölçeğin öğeleri, eksik değer, karşılaştırma, karışım, ilişkili kümeler, parça-parça-bütün, grafik ve ölçek problemlerini içermektedir. Duatepe-Paksu vd. (2005) tarafından niceliksel karşılaştırma, niteliksel karşılaştırma, bilinmeyen değeri bulma; ters orantı ve orantısız olmayan türden ilişki içeren problemler olmak üzere beş farklı problem türünü barındıran 10 adet açık uçlu soru içeren bir orantısal akıl yürütme testi oluşturulmuştur. Akkuş ve Duatepe-Paksu (2006) çalışmasında 7 ve 8. Sınıflara yönelik 15 adet açık uçlu niceliksel karşılaştırma, niteliksel karşılaştırma, ters orantı ve bilinmeyen değeri bulma problemlerini kapsayan bir dereceli puanlama anahtarına sahip orantısal akıl yürütme testi geliştirmiştir. Haja ve Clarke (2011) orantısal akıl yürütme becerisini inceleyerek sekiz sorudan oluşan farklı iki aşamalı test geliştirmiştir. Bu kapsamda birinci aşama çoktan seçmeli sorulardan oluşmakta ve ikinci aşama ise birinci aşamadaki cevaplara gerekçeler sunmaya odaklanmaktadır. Hilton vd. (2013) tarafından ortaokul öğrencileri için geliştirilmiş iki aşamalı 12 sorudan oluşan bir teşhis testi bulunmaktadır ve bu test Mersin (2018) tarafından Türkçe 'ye çevrilmiş ve kullanılmıştır. Pelen ve Dinç-Artut (2015) tarafından 7. Sınıf düzeyi için 24 açık uçlu eksik değer problemi içeren (doğru orantılı, ters orantılı ve toplamsal/orantısız) test hazırlanmıştır. Toluk-Uçar ve Bozkuş (2016) çalışmasında orantısız olmayan ve orantısallık içeren problemleri çözebilmek amacıyla kullanılan stratejilerin belirlenmesine yönelik dört adet açık uçlu soru türünde hazırlanmış bir test oluşturmuşlardır. Bu test soruları Fernandez, Linares ve Valls'ın (2013) çalışmasına ait olup Türkçe'ye uyarlanmıştır. Sorulardan ikisi toplamsal durum (orantısız olmayan), ikisi çarpımsal durumu (orantısız) türündedir. Arıcan (2019) ise ortaokul öğrencileri için orantısal akıl yürütme belirleyen bilişsel bir tanı testi geliştirmiştir. 22 adet çoktan seçmeli soru içeren testte dört temel bilişsel beceri (doğru ve ters orantılı ilişki, oran ve orantısız olmayan ilişki) esas alınmıştır.

Alanyazında yer alan orantısal akıl yürütme beceri testlerinin incelenmesi doğrultusunda güncel Ortaokul 7. Sınıf matematik dersi öğretim programı (MEB, 2018) oran-orantı kazanımlarını içeren çoktan seçmeli bir akıl yürütme beceri testinin geliştirilmesi önemli görülmüştür. Bu bağlamda, alanyazında yer alan bazı testlerin çoktan seçmeli ancak Milli Eğitim Bakanlığı (MEB, 2018) öğretim programı kazanımlarına göre güncel olmaması, bazılarının sadece açık uçlu sorular barındırması ve güncel programa dayanmaması ve kalan kısmın iki aşamalı şekilde geliştirilip amacımız dışında kalması bizi güncel ve çoktan seçmeli geçerli-güvenilir bir test geliştirmeye yönlendirmiştir. Dolayısıyla araştırmanın amacı 7. Sınıf öğrencilerinin oran-orantı

konusundaki orantısal akıl yürütme becerilerini belirlemek için geçerli ve güvenilirliği kanıtlanmış bir beceri testi geliştirmektir. Bu amaç doğrultusunda hazırlanan araştırma soruları şu şekildedir:

- 7. Sınıf öğrencilerinin oran-orantı konusundaki orantısal akıl yürütme becerilerini belirlemek için oluşturulan OAYBT geçerli midir?

- 7. Sınıf öğrencilerinin oran-orantı konusundaki orantısal akıl yürütme becerilerini belirlemek için oluşturulan OAYBT güvenilir midir?

Yöntem

Araştırmanın Modeli

Araştırma karma yöntem desenlerinden keşfedici sıralı desene göre yürütülmüştür. Bu desen nitel yaklaşımla başlayıp nicel yaklaşımla devam etmektedir. Bu bağlamda nitel veriler keşfedilerek nicel yaklaşımda kullanılmaktadır (Creswell, 2014). Nitel ve nicel süreçlerin birlikte kullanıldığı araştırmalarda anlamlandırılabilirlik ve bütünlüğe imkânı artmaktadır (Teddlie ve Tashakkori, 2015). Mevcut araştırmanın nitel kısmında doküman incelemesi yapılmış ve uzmanlardan görüş alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Böylece nitel kısım ile kapsamlı bir alanyazın taraması gerçekleştirilmiş ve araştırmanın genel çerçevesi çizilmiştir. Nicel kısımda ise; nitel kısımda ve sahada toplanan veriler istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiş ve ölçme aracına son şekli verilmiştir. Mevcut çalışmada testi oluşturma sürecinde izlenen adımlar aşağıdaki gibidir;

1. Testin amacının belirlenmesi
2. Konu kapsamı ve hedef davranışların çerçevesine karar verme
3. Kapsam geçerlik çalışmalarının yapılması
4. Madde havuzunun oluşturulması
5. Taslak testin hazırlanması
6. Uzman görüşüne başvurulması
7. Ön denemenin yapılması
8. Madde güçlük ve ayırt edicilik indekslerinin hesaplanması
9. Yapı geçerlik çalışmalarının yapılması
10. Güvenirlik çalışmalarının yapılması
11. Teste nihai şeklinin verilmesi
12. Testin standartlaştırılması şeklindedir (Büyüköztürk vd., 2014).

Belirtilen adımlara göre gerçekleştirilen uygulamalar başlıklar altında sunulmuştur.

Katılımcılar

Türkiye'nin Doğu Anadolu bölgesinin bir ilinde yer alan beş farklı devlet ortokulunda öğrenim görmekte olan toplam 350 ortaokul 7. Sınıf öğrencisine 30 soruluk taslak test uygulanmıştır. Katılımcı sayısı belirlenirken madde sayısının en az 10 katı katılımcıya ulaşılması na dikkat edilmiştir (Büyüköztürk vd., 2014). Puanlamada eksik veya hatalı işaretlendiği tespit edilen 43 veri kapsam dışı tutulmuş, 307 öğrenci test geliştirme sürecinin katılımcılarını oluşturmuştur. Bu bağlamda nihai test, 307 katılımcıdan elde edilen veriler ile son şekline getirilmiştir.

Veri Toplama Aracı

Araştırmada 7. Sınıf matematik dersi kapsamında oran-orantı konusuna yönelik OAYBT veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Çalışmanın ana hedefi olan 7. Sınıf OAYBT geliştirmeye yönelik geçerlik ve güvenilirlik analiz sonuçları bulgular bölümünde sunulmuş ve yorumlanmıştır. Çalışmanın uygulama süreci bulgular bölümünde geçerlik ve güvenilirlik sağlama süreçleriyle adım adım açıklanmıştır.

Verilerin Analizi

Taslak OAYBT seçmeli 30 maddeden oluşmaktadır. Taslak test veri analizleri doğrultusunda geçerlik ve güvenilirlik sağlama süreçlerinden geçirilmiştir. Testin maddeleri doğru cevaplanan sorular için 1, yanlış cevaplanan sorular için 0 olacak şekilde puanlanmıştır. OAYBT'nin geçerlik sürecinde kapsam geçerliği, görünüş geçerliği ve yapı geçerliğine yönelik çalışmalar ve hesaplamalar yapılmıştır. OAYBT'nin güvenilirlik sürecinde ise; iç tutarlık ve duyarlılığa yönelik çalışmalar yapılmıştır. Geçerlik ve güvenilirlik değerlerinin hesaplanmasında Microsoft Excel, SPSS ve TAP programlarından yararlanılmıştır. OAYBT'nin yapı geçerliğinin belirlenmesinde madde gücülüğü, madde ayırt edicilik indeksi ve madde toplam korelasyon değerleri hesaplanmıştır. OAYBT'nin güvenilirliğinin belirlenmesinde ise; KR-20 iç tutarlık katsayısı hesaplanmıştır. Bu bağlamda, veri analizleri sonucunda nihai OAYBT toplamda 20 maddeden oluşmaktadır. Testin nihai şeklinde alınabilecek en düşük (minimum) puan 0 ve en yüksek (maksimum) puan 20 olacaktır. Ayrıca araştırma için İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu kapsamındaki Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu'ndan 31.08.2022 tarih ve 2022/16-18 sayısı ile etik izin alınmıştır.

Bulgular

Geçerliğe Yönelik Bulgular

Geçerlik kapsamında; kapsam geçerliği, görünüş geçerliği ve yapı geçerliğine yönelik uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

Kapsam Geçerliğine Yönelik Bulgular

Test geliştirmenin ilk adımı olan amaç belirlendikten sonra testin kapsamı ve ölçülecek hedef davranışlar saptanmıştır. Bu bağlamda kapsam geçerliğini sağlama süreci şu şekilde açıklanmaktadır. Veri toplama araçlarının geçerli; yaptıkları ölçümlerin ve topladıkları verilerin ise güvenilir olması gerekmektedir (Can, 2018). Kapsam geçerliği, test ya da ölçekteki maddelerin yapısal olarak yer aldıkları alanı yeterince temsil etme derecesinin ölçütüdür (Christensen vd., 2015). Bu anlamda kapsam geçerliliği ile ölçme aracında yer alan maddelerin başarı, tutum, algı gibi ölçülmesi istenen temel kavramı ne kadar ölçebildiği incelenmektedir (Muijs, 2004). Bu doğrultuda kapsam geçerliği, Ortaokul matematik dersi öğretim programında 7. Sınıfta yer alan oran-orantı konusu kazanımları ile MEB tarafından yayınlanan Ortaokul 7. Sınıf Matematik Ders Kitabı ve alanyazın taraması sonucunda ulaşılan bilgiler yoluyla sağlanmıştır. Kazanımlar ve alanyazın bilgileri Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1*Kazanımlar ve alanyazın bilgileri*

MEB (2018) ortaokul matematik dersi öğretim programında 7. Sınıf oran orantı kazanımları	Kaynak	Ulusal Alanyazın	Uluslararası Alanyazın
M.7.1.4.1. Oranda çokluklardan birinin1 olması durumunda diğerinin alacağı değeri belirler.	Ortaokul 7. Sınıf Matematik Ders Kitabı (MEB Yayınları)	Duatepe-Paksu vd., 2005	Lesh vd., 1988 Cramer vd., 1993
M.7.1.4.2. Birbirine oranı verilen iki çokluktan biri verildiğinde diğerini bulur.		Akkuş ve Duatepe-Paksu, 2006	Allien, 2000
M.7.1.4.3. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun orantılı olup olmadığına karar verir.		Pelen ve Dinç-Artut, 2015	Haja ve Clarke, 2011
M.7.1.4.4. Doğru orantılı iki çokluk arasındaki ilişkiyi ifade eder.		Arcan, 2019	Hilton vd., 2013
M.7.1.4.5. Doğru orantılı iki çokluğa ait orantı sabitini belirler ve yorumlar.			Ben-Chaim vd., 1998;
M.7.1.4.6. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun ters orantılı olup olmadığına karar verir.			Cramer ve Post, 1993
M.7.1.4.7. Doğru ve ters orantıyla ilgili problemleri çözer.			

Tablo 1’de görülen bilgiler doğrultusunda madde havuzu hazırlanarak test maddeleri oluşturulmuştur. Bu adımda test maddesi olması yüksek ihtimal içeren muhtemel ifadeler özenle seçilmiş, orantısal akıl yürütmeyi ihtiva edebilecek kavramları içeren 30 sorudan oluşan taslak test form oluşturulmuştur. Taslak testte yer alan maddelere yönelik kazanım numaraları ve kazanımlara ait test maddeleri aşağıda Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2*Kazanım numaraları ve taslak testteki madde numaraları*

Kazanım No	Madde No
M.7.1.4.1.	1. 2. 3. 4. 5.
M.7.1.4.2.	6. 7. 8. 9. 10.
M.7.1.4.3.	11. 28. 29.
M.7.1.4.4.	12. 13. 22. 24. 30.
M.7.1.4.5.	14. 15. 16. 25. 26.
M.7.1.4.6.	17. 18. 19. 20. 21. 23. 27.

Tablo 2’den anlaşılacağı üzere maddeler birden fazla kazanımı barındırabilmektedir ancak maddeler en fazla ilişkili olduğu kazanım kapsamına yazılmıştır. Bu bağlamda hem taslak hem nihai formda yer alan soru maddeleri ve kazanım örnekleri aşağıda sunulmaktadır.

Tablo 3

Soru maddeleri ve kazanım numaraları

Kazanım No	Soru Maddesi
M.7.1.4.1.	150 km'lik yolda 6 litre benzin tükettiği belirlenen bir araç 1 litre benzin ile kaç km yol gidebilecektir? A) 20 B) 25 C) 30 D) 35
M.7.1.4.2.	7/A sınıfındaki kız öğrenci sayısının erkek öğrenci sayısına oranı $6/7$ 'dir. Bu sınıftaki kız öğrencilerin sayısı aşağıdakilerden hangisi olamaz ? A) 6 B) 12 C) 21 D) 24
M.7.1.4.3.	Aşağıdakilerden hangisinde m ve n doğru orantılı değildir ? A) m=6 iken n=9 ise m=16 iken n=19'dur. B) m=25 iken n=10 ise m=5 iken n=2'dir. C) m=16 iken n=8 ise m=2 iken n=1'dir. D) m=10 iken n=15 ise m=8 iken n=12'dir.
M.7.1.4.4.	Sadece doğru orantı hakkında bilgisi olan Elif aşağıda verilen sorulardan hangisini çözemez ? A) 2 elmadan 1 bardak elma suyu elde ediliyorsa 12 elmadan kaç bardak elma suyu elde edilir? B) 3 saatte 90 km yol alan otomobil 270 km yolu kaç saatte gider? C) Dört musluk 1 saatte 50 m^3 su akıtıyorsa aynı kapasitedeki 10 musluk 1 saatte kaç m^3 su akıtır? D) 2 çiköfte ustasının 15 dakikada yoğurduğu çiköfteyi 5 usta kaç dakikada yoğurur?
M.7.1.4.5.	Bir manavdaki çilek kasalarının sayısının kayısı kasalarının sayısına oranı $5/3$ 'tür. Bu manavda toplam kasa sayısı 300 ile 400 arasındadır. Buna göre manavda en fazla kaç kasa olabilir ? A) 310 B) 320 C) 360 D) 380
M.7.1.4.6.	26 kişilik bir sınıftaki öğrenciler bir araya gelerek doğum günü olan sınıf arkadaşları Merve'ye hediye alacaktır. Tüm hesaplama yapıldığında kişi başına 12 TL düşmektedir. Ancak 5 kişi ise hediye almaktan vazgeçmiştir. Buna göre aynı son durumda yine aynı hediyeyi alabilmek için kişi başına kaç TL düşecektir? A) 7 B) 15 C) 20 D) 27

Bir testi oluşturan tüm maddelerin ölçülmesi hedeflenen davranışları ölçmedeki niceliksel ve niteliksel olarak yeterliliğinin bir kanıtı olan kapsam geçerliliğinin test edilmesinde

başvurulan yöntemlerden biri uzman görüşüne başvurmadır (Büyüköztürk vd., 2014). OAYBT'nin kapsam geçerliğini belirleme süreçlerinde, geniş kapsamlı alanyazın taramasına ek olarak ilgili konu alanında uzman kişilerin görüşlerinin alınması yoluna gidilmiştir. Uzmanlar; matematik eğitimi alanında uzman iki ve eğitim bilimleri alanında uzman bir akademisyenden (bir profesör, bir doçent ve bir doktor öğretim üyesi) oluşmaktadır. Bu doğrultuda 30 soruluk taslak test formu ifade edilen üç uzmanın görüşüne sunulmuştur. Uzmanlardan mevcut test formu maddelerine yönelik "Tamamen Ölçüyor (2)", "Kısmen Ölçüyor (1)" ve "Hiç Ölçmüyor (0)" seçeneklerini değerlendirerek her soru maddesi adına bir seçeneği seçmeleri gerektiği belirtilmiştir. Puanlayıcılar arasındaki güvenilirliği belirlemek amacıyla KAPPA (Puanlayıcılar arası uyum) istatistiği türlerinden biri olan Fleiss Kappa katsayısı hesaplanmıştır. Bu katsayı ikiden fazla değerlendirici arasında bulunan karşılaştırmalı uyuşmanın güvenilirliğini belirlemeyi esas alan bir istatistik değeridir (Fleiss, 1971). 0 ve 1 arasında değer alabilen Fleiss kappa katsayısı değerlendiricilerin aralarındaki uyuşmanın rastgelelik sonucu olmadığını ve ne kadar güvenilir olduğunu sayısal olarak ifade etmektedir. Landis ve Koch'a (1977) göre bu değer sıfırın altına düşerse herhangi bir uyuşma olmadığı, 0-0.20 arası önemsiz uyuşma olduğu, 0.21-0.40 arası orta derecede uyuşma olduğu, 0.41-0.60 arası ekseriyetle uyuşma olduğu, 0.61-0.80 arası önemli derecede uyuşma olduğu ve 0.81-1.00 arasında ise neredeyse mükemmel uyuşma olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada testin Fleiss Kappa değerinin 0.26 olduğu görülmüştür. Bu değere göre çalışmada puanlayıcılar arasında orta derece uyum olduğu görülmektedir. Bu işlemler ve hesaplamalar bağlamında OAYBT'nin puanlayıcılar arasındaki güvenilirliği sağlanmış olup ön deneme aşamasına geçilmiştir.

Görünüş Geçerliğine Yönelik Bulgular

Görünüş geçerliğini sağlamak amacıyla teste yönelik bir ön uygulama ve uzman görüşü alma yoluna gidilmiştir. Ön deneme aşamasında, 30 soru maddesi içeren taslak form, cevaplandırılma süresi ve mevcut anlaşılabilirliğin belirlenmesi kapsamında çalışma grubunda bulunmayan 12 ortaokul 7. Sınıf öğrencisine 60 dakikada uygulanmıştır vb. Uygulama sonunda öğrenciler tarafından net biçimde anlaşılmayan veya yanlış anlaşılabilen herhangi bir madde olmadığı belirlenmiştir. Kapsam geçerliğini sağlama sürecine katkıda bulunan ve taslak test formunu inceleyen uzmanlardan gelen dönütler ve hedef kitlenin bir parçası olan öğrenciler tarafından gelen teyitle görünüş geçerliliği sağlanmıştır. Böylece başlangıçta 30 farklı sorudan oluşan taslak form ile yapı geçerliğini sağlama süreci başlamıştır. Bu bağlamda, taslak OAYBT formu ortaokul 7. Sınıf öğrencilerine uygulanmıştır ve teste ait puanların dağılımına yönelik gerekli değerlendirmeler yapılmıştır.

Yapı Geçerliğine Yönelik Bulgular

Yapı geçerliğini sağlamaya yönelik olarak madde güçlük indeksi, madde ayırt edicilik indeksi ve madde toplam korelasyon katsayısı değerlerine bakılmıştır.

Madde İndeks Analizine Yönelik Bulgular

OAYBT'den elde edilen verilerin analizi için Microsoft Excel, SPSS ve TAP programları kullanılmıştır. Belirlenen, kapsam ve görünüş geçerliği süreçlerinden geçmiş olan 30 madde için madde güçlüğü ve ayırt edicilik değerleri hesaplanmış; bu değerler aşağıdaki gibidir.

Tablo 4

Taslak test madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri

Madde No	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırt Edicilik İndeksi
1	0.14	-0.03
2	0.62	0.26
3	0.72	0.40
4	0.57	0.15
5	0.42	0.46
6	0.38	0.39
7	0.58	0.40
8	0.50	0.29
9	0.54	0.42
10	0.51	0.31
11	0.29	0.09
12	0.42	0.17
13	0.36	0.16
14	0.30	0.38
15	0.30	0.41
16	0.48	0.47
17	0.59	0.53
18	0.45	0.41
19	0.34	0.13
20	0.27	0.22
21	0.53	0.49
22	0.47	0.28
23	0.44	0.47
24	0.52	0.48
25	0.52	0.42
26	0.45	0.36
27	0.31	0.33
28	0.45	0.29
29	0.27	0.24
30	0.28	0.26

Bir teste ait olan tüm maddelerin madde güçlük değerlerinin 0 ile 1 değerleri arasında değişkenlik göstermesi istenmektedir. 0.30 ile 0.70 arasında değere sahip olan maddeler ortalama güçlük düzeyine sahip maddeler, değeri 0.30'un altında kalan maddeler zor, 0.70'in üzerine çıkan maddeler ise kolay güçlük düzeyinde maddeler olarak değerlendirilmektedir (Tekin, 2010). Testteki maddelerin güçlük değerlerine ek olarak madde ayırt edicilik indeksi (r_{xx}) değerleri de belirlenmiştir. Bu değerlerin 0.40 ve üzerinde ise çok iyi ayırt edici madde, 0.30-0.39

aralığında ise iyi bir madde, 0.20-0.29 aralığında ise düzeltilmesi gereken madde ve 0.19 ve daha düşüğü bir değer ise testten çıkarılması gereken madde olarak nitelendirilebileceği ifade edilmektedir (Tekin, 2010). Mevcut bilgiler ışığında, Tablo 4 incelendiğinde test için uygun olmayan maddeler (1, 4, 11, 12, 13, 19, 20, 29 ve 30) testten çıkarılmıştır. Bu kapsamda; 1. Madde güçlük indeksi düşük olması ve negatif ayırt edicilik değeri alması nedeniyle, 4. Madde güçlük değeri iyi olmasına karşın ayırt edicilik değerinin çok düşük olması nedeniyle, 11. Madde hem güçlük hem ayırt edicilik değerinin istenenden düşük olması nedeniyle, 12. ve 13. Maddeler ise güçlük değerleri kabul edilebilir değerde olmasına rağmen ayırt edicilikleri düşük olduğu için, 19. 20. 29. ve 30. Maddelerin her biri ise hem güçlük hem ayırt edicilik değerlerinin istenenden düşük çıkması nedeniyle 30 soruluk taslak test formundan çıkarılmıştır. Bu doğrultuda dokuz maddenin çıkarılmasıyla testte kalan maddeler için hesaplanan yeni madde güçlük ve ayırt edicilik değerleri aşağıda Tablo 5 'te görülmektedir.

Tablo 5.

Nihai test madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri

Madde No	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırt Edicilik İndeksi
1	0.62	0.31
2	0.72	0.44
3	0.42	0.51
4	0.38	0.43
5	0.58	0.41
6	0.50	0.31
7	0.54	0.46
8	0.51	0.32
9	0.30	0.41
10	0.48	0.49
11	0.59	0.54
12	0.45	0.55
13	0.45	0.42
14	0.53	0.50
15	0.47	0.28
16	0.44	0.51
17	0.52	0.47
18	0.52	0.37
19	0.45	0.39
20	0.31	0.34
21	0.45	0.33

Tablo 5 incelendiğinde maddelerin güçlük değerlerinin (pj) 0.30-0.72 değerleri arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Nitekim testin genel güçlük değeri ise 0.49 bulunmuştur.

OAYBT maddelerine ait ayırt edicilik indeksi değerleri incelendiğinde, maddelerin ayırt edicilik indekslerinin 0.28 ile 0.55 arasında değiştiği Tablo 5’de görülmektedir. Aynı zamanda tablodan da görüleceği üzere OAYBT maddelerine ait genel ayırt edicilik indeksi değeri 0.42 olarak hesaplanmıştır. Bu değer göz önüne alınarak testin orta güçlüğüne sahip ve iyi ayırt ediciliği olan bir ölçme aracı olduğu söylenebilir. Madde güçlük ve ayırt edicilik değerleri doğrultusunda 21 soruluk teste ait madde-toplam korelasyon değerleri aşağıdaki gibidir.

Tablo 6.

Madde-toplam korelasyon değerleri

Madde No	Madde-Toplam Korelasyon değerleri
M1	0.22
M2	0.36
M3	0.42
M4	0.34
M5	0.32
M6	0.21
M7	0.37
M8	0.21
M9	0.32
M10	0.41
M11	0.46
M12	0.47
M13	0.32
M14	0.42
M15	0.17
M16	0.43
M17	0.39
M18	0.28
M19	0.30
M20	0.24
M21	0.23

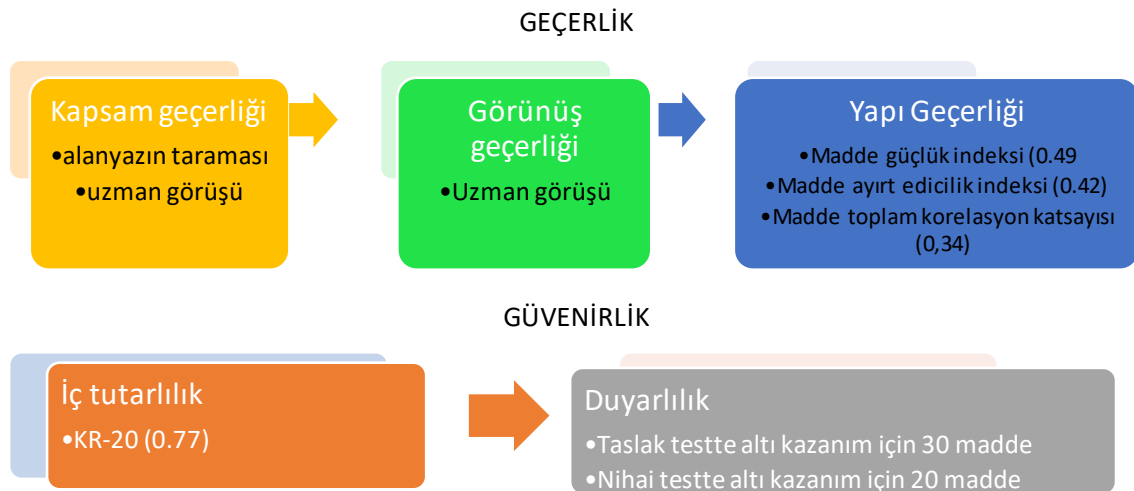
Madde-toplam puan korelasyonu değerlerinin 0.30’un üzerinde bir değer olması önerilmektedir (Büyüköztürk, 2014). Ancak maddelerin testte kalmasının istendiği veya gerekli görüldüğü durumlarda, madde-toplam korelasyon değerlerinin, güvenirlik katsayısını etkilememesi şartıyla madde-toplam korelasyon değeri alt sınırı 0.20 olarak kabul edilebilmektedir (Tavşancıl, 2002). Bu bağlamda, Tablo 6’da görüldüğü üzere madde-toplam korelasyon değeri 0.20’nin altında olan 15. madde testten çıkarılarak test 20 madde olarak son haline getirilmiştir. Ayrıca, madde-toplam puan korelasyon değerleri 0.20 ile 0.30 arasında kalan maddelerin KR-20 güvenirlik katsayısını etkilemediği teyit edilmiştir. OAYBT’nin geliştirilmesi sürecine dâhil edilen 7. Sınıf öğrencilerinden derlenen verilerin betimleyici istatistik değerlerine ait sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7*Betimleyici istatistik sonuçları*

Sınıf Düzeyi	N (Öğrenci sayısı)	\bar{x} (Ortalama)	Medyan	Standar Sapma (Ss)	Varyans
7. Sınıf	307	9.86	10	4.81	18.08

Güvenirliğe Yönelik Bulgular

Güvenirliğe yönelik bulgular kapsamında; iç tutarlılık ve duyarlılık kavramlarına ait bilgiler sunulmuştur. Güvenirlik herhangi bir ölçme aracını oluşturan tüm soruların birbirleriyle tutarlılığını ve ele alınan konuyu testin ölçmedeki yeterliliğini açığa çıkarmayı temel alan bir kavram olarak ifade edilmektedir (Büyüköztürk, 2014). Çoktan seçmeli testlerde güvenilirliği belirlemek adına farklı yöntemler kullanılmaktadır. Nitekim sadece doğru yada yanlış olarak nitelendirilebilen yanıtları olan testlerin güvenilirlik katsayısının belirlenmesinde KR-20'nin kullanılması önerilmektedir (Can, 2018). KR-20 güvenilirlik katsayısı testte yer alan tüm maddelerin iç tutarlılığının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, çoktan seçmeli biçimde ve toplam puanların hesaplanması temelli testlerin güvenilirliğinin belirlenmesine yönelik olarak genellikle bu değer kullanılmakta olduğu belirtilmektedir (Alpar, 2003). Buradan hareketle, OAYBT'nin güvenilirliğini belirleme kapsamında Microsoft Excel ve TAP programları aracılığıyla KR-20 güvenilirlik katsayısı hesaplanmış ve 0.77 olarak elde edilmiştir. Büyüköztürk (2014) tarafından herhangi bir testin güvenilir kabul edilebilmesi adına KR-20 güvenilirlik katsayısı değerinin 0.70' den büyük olması gerekliliği vurgulanmaktadır. Hesaplanan bu katsayı değerini testin güvenilir olduğuna işaret etmektedir. OAYBT'nin güvenilirliğinin bir parçası olan duyarlılığı sağlama sürecinde özellikle kazanımlara ait fazla sayıda soru maddesi yazma eylemi yürütülmüştür. Taslak test formunda altı farklı kazanım için 30 soru maddesi yazılması nitekim bu eylemi desteklemektedir.

Şekil 1*OAYBT'nin geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları*

Tartışma ve Sonuç

Araştırmada 7. Sınıf öğrencilerinin oran-orantı konusundaki orantısal akıl yürütme becerilerini belirlemek için geçerli ve güvenilirliği kanıtlanmış bir beceri testi geliştirilmiştir. Çalışmada karma yöntemle ait keşfedici sıralı desen kullanılarak belirtilen testin nitel ve nicel süreçlerle geçerlik ve güvenilirliği sağlanmıştır (Creswell, 2014). Araştırmada öncelikle testin amacı ve kapsamı belirlenerek Büyüköztürk vd., (2014)' e göre verilen test geliştirme adımları sırasıyla uygulanmıştır. Araştırmanın nitel kısmı doküman incelemesi ile başlamış ve ortaokul matematik dersi öğretim programında bulunan oran-orantı konusu kazanımları ile MEB tarafından yayınlanan 7. Sınıf Matematik Ders Kitabı ve ulusal-uluslararası alanyazın taraması sonucunda ulaşılan verilerden faydalanılmıştır (Christensen vd., 2015; Muijs, 2004). Kapsam geçerlik sağlama sürecine de eşlik eden bu kısımda kazanım ve soru eşleştirme tabloları ile kazanımlara ait alanyazın bilgileri detaylı olarak sunulmuştur. Ayrıca testin kapsam geçerliği adına uzman görüşleri alınmış ve ön deneme uygulaması görünüş geçerliliği amacıyla gerçekleştirilmiştir (Büyüköztürk vd., 2014). Benzer şekilde orantısal akıl yürütme becerisi ile ilgili geliştirilen ölçme araçlarının büyük kısmında uzman görüş alımı ve alanyazın taraması gerçekleştirilmiştir (Akkuş ve Duatepe-Paksu, 2006; Allain, 2000; Arıcan, 2019; Pelen ve Dinç-Artut, 2015). OAYBT maddelerinin ayırt edicilik indeksleri ve güçlük değerleri incelendiğinde testin orta güçlükte ve iyi ayırt ediciliğe sahip olduğu saptanmıştır (Büyüköztürk vd., 2014). OAYBT'nin yapı geçerliği, başka ifadeyle tek bir yapıyı ölçme ölçütü oran-orantı konusu ve 7. Sınıf öğretim programı kapsamındaki bilgilerin incelenmesi madde analizleri ile sağlanmıştır. Madde analizlerinin (Arıcan, 2019) ayrıntılı bir şekilde uygulandığı ve değerlerin açıklanarak sunulduğu çalışmalar mevcut araştırmada önemli bir öngörü sağlamıştır. Nitekim mevcut hesaplamalarla ortaya konulan ve sunulan bilgiler doğrultusunda OAYBT'nin geçerli bir test olduğundan söz edilebilir. OAYBT'nin güvenilirliğinin belirlenmesi sürecinde hesaplanan KR-20 güvenilirlik katsayısı (0.77) değeri testin güvenilir olma sonucunu desteklemektedir. Testin güvenilirliği farklı orantısal akıl yürütme testlerindeki güvenilirlik olma dereceleriyle tutarlı bulunmuştur (Allain, 2000). Bu bilgiler doğrultusunda geçerli ve güvenilir olarak geliştirilmiş OAYBT alanyazına sunulmuştur.

Sınırlılıklar ve Öneriler

Geliştirilen OAYBT 7. Sınıf oran-orantı konusu ve kazanımları ile sınırlı tutulmuştur. Yapılan araştırma karma yöntem deseni ile dizayn edilmiş ve 307 öğrencinin katılımıyla sınırlandırılmıştır. İleride yapılacak çalışmalarda ayırt ediciliği yüksek ve güvenilir OAYBT kullanılarak 7. Sınıf öğrencilerinden oluşan daha büyük kitleli katılımcıların orantısal akıl yürütme becerileri değerlendirilebilir. Bu testle beraber farklı testler ya da ölçekler de kullanılarak disiplinlerarası çalışmalar yürütülebilir. OAYBT ile beraber matematik dersinin farklı konularına veya öğrenme alanlarına yönelik testler değerlendirilerek ilişkisel tarama çalışmaları yapılabilir. Geçerli ve güvenilir OAYBT kullanılarak, görüşme ve gözlemlerin yer aldığı karma desenli araştırmalar yürütülebilir. OAYBT'nin farklı testlerle beraber öntest ve sontest olarak kullanılacağı deneysel uygulamaları ihtiva eden bilimsel araştırmalar yürütülebilir. OAYBT ile beraber farklı üst bilişsel becerileri değerlendiren testlerin de kullanıldığı yol analizi gibi çeşitli analiz türlerini ihtiva eden bilimsel yayınlar üretilebilir.

Çıkar Çatışması Bildirimi

Yazarlar, bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve yayınlanmasına ilişkin herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan etmemiştir.

Destek/Finansman Bilgileri

Yazarlar, bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve yayınlanması için herhangi bir finansal destek almamıştır.

Etik Kurul Kararı

Bu araştırma için İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu kapsamındaki Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu'ndan 31.08.2022 tarih ve 2022/16-18 sayı ile etik izin alınmıştır.

Kaynakça/References

- Akkuş, O., & Duatepe-Paksu, A. (2006). Construction of a proportional reasoning test and its rubrics. *Eurasian Journal of Educational Research*, 25(1), 1-10.
- Alfieri, L., Higashi, R., Shoop, R., & Schunn, C. D. (2015). Case studies of a robot-based game to shape interests and hone proportional reasoning skills. *International Journal of STEM Education*, 2(4), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0017-9>
- Allain, A. (2000). *Development of an instrument to measure proportional reasoning among fast-track middle school students*. [Master's thesis]. University of North Carolina State.
- Alpar, R. (2003). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel yöntemlere giriş* (2. Baskı). Nobel Yayın Dağıtım.
- Arıcan, M. (2019). A diagnostic assessment to middle school students' proportional reasoning. *Turkish Journal of Education*, 8(4), 237-257. <https://doi.org/10.19128/turje.522839>
- Ayan, R., & Işıksal-Bostan, M. (2019). Middle school students' proportional reasoning in real life contexts in the domain of geometry and measurement. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 50(1), 65-81. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1468042>
- Behr, M., Harel, G., Post, T., & Lesh, R. (1992). Rational number, ratio and proportion. In D.Grouws (Eds.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 296-333). McMillan Publishing.
- Ben-Chaim, D., Fey, J. T., Fitzgerald, W. M., Benedetto, C., & Miller, J. (1998). Proportional reasoning among 7th grade students with different curricular experiences. *Educational Studies in Mathematics*, 36(3), 247-273. <https://doi.org/10.1023/A:1003235712092>
- Büyüköztürk, Ş. (2014). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (19. baskı). Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz Ş., & Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Can, A. (2018). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (6. Baskı). Pegem Akademi.
- Christensen, L.B., Johnson, R.B. & Turner, L.A. (2015). *Research methods design and analysis*. Cambridge: Pearson [Çeviri: Sever, M. (2015)]. Nitel ve karma yöntem araştırmaları.(Çev. Ed. A. Aypay, Araştırma yöntemleri desen ve analiz). Anı Yayıncılık.
- Cramer, K., & Post, T. (1993). Proportional reasoning. *The Mathematics Teacher*, 86(5), 404-407. <https://www.istor.org/stable/27968390>
- Cramer, K., Post, T., & Currier, S. (1993). Learning and teaching ratio and proportion: research implications. In D. Owens (Eds.), *Research ideas for the classroom* (pp. 159-178). Macmillan Publishing Company.
- Creswell, J. W. (2014). *A concise introduction to mixed methods research*. Sage Publications.
- Çetin, H., & Ertekin, E. (2011). The relationship between eighth grade primary school students' proportional reasoning skills and success in solving equations. *International Journal of Instruction*, 4(1), 48-62. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/59778>
- Dinç-Artut, P., & Pelen, M. S. (2015). 6th grade students' solution strategies on proportional reasoning problems. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 197(1), 113-119. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.066>
- Duatepe, A., Akkuş-Cıkla, O., & Kayhan, M. (2005). An investigation on students' solution strategies for different proportional reasoning items. *Hacettepe Journal of Education Faculty*, 28(1), 73-81.

- Fernández, C., Llinares, S., & Valls, J. (2013). Primary school teacher's noticing of students' mathematical thinking in problem solving. *The Mathematics Enthusiast*, 10(1/2), 441. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1274>
- Fleiss, J. L. (1971). Measuring nominal scale agreement among many raters. *Psychological Bulletin*, 76(5), 378-382. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0031619>
- Haja, S., & Clarke, D. (2011). Middle school students' responses to two-tier tasks. *Mathematics Education Research Journal*, 23(1), 67-76. <https://doi.org/10.1007/s13394-011-0004-5>
- Hart, K. M. (1984). *Ratio: Children's strategies and errors*. A report of the strategies and errors in secondary mathematics project. NFER-Nelson.
- Hilton, A., Hilton, G., Dole, S., & Goos, M. (2013). Development and application of a two-tier diagnostic instrument to assess middle - years students' proportional reasoning. *Mathematics Education Research Journal*, 25(4), 523-545. <https://doi.org/10.1007/s13394-013-0083-6>
- Karlı, M. G., & Yıldız, E. (2022). Incorrect strategies developed by seventh-grade students to solve proportional reasoning problems. *Journal of Qualitative Research in Education*, 29(1), 111-148. <https://doi.org/10.14689/enad.29.5>
- Karplus, R., Pulos, S., & Stage, E. K. (1983). Early adolescents' proportional reasoning on 'rate' problems. *Educational Studies in Mathematics*, 14(3), 219-233. <https://doi.org/10.1007/BF00410539>
- Lamon, S. J. (2007). Rational numbers and proportional reasoning: Toward a theoretical framework for research. In F. K. Lester, Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 629–668). Information Age Publishing.
- Lamon, S. (2012). *Teaching fractions and ratios for understanding: Ratio and proportion* (3rd ed.). Routledge.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics*, 33(2), 363-374. <https://doi.org/10.2307/2529786>
- Langrall, C. W., & Swafford, J. (2000). Three balloons for two dollars: Developing proportional reasoning. *Mathematics Teaching in The Middle School*, 6(4), 254–261. <https://doi.org/10.5951/MTMS.6.4.0254>
- Lawton, C. A. (1993). Contextual factors affecting errors in proportional reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 24(5), 460-466. <https://doi.org/10.2307/749154>
- Lesh, R., Post, T., & Behr, M. (1988). Proportional reasoning. In J. Hiebert & M. Behr (Eds.), *Number concepts and operations in the middle grades* (pp. 93-118). Lawrence Erlbaum & NCTM.
- Lobato, J., & Ellis, A. B. (2010). *Developing essential understandings of ratios, proportions, and proportional reasoning for teaching mathematics: Grades 6-8*. National Council of Teachers of Mathematics Report.
- Mardika, F., & Mahmudi, A. (2021). An analysis of proportional reasoning ability of junior high school students. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 8(1), 22–32. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v8i1.14995>
- Mersin, N. (2018). An evaluation of proportional reasoning of middle school 5th, 6th and 7th grade students according to a two-tier diagnostic test. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 7(4), 319-348. <https://doi.org/10.30703/cije.4266271>

- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2018). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Misailidou, C., & Williams, J. (2003). Diagnostic assessment of children's proportional reasoning. *Journal of Mathematical Behavior*, 22(3), 335-368. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(03\)00025-7](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(03)00025-7)
- Modestou, M., & Gagatsis, A. (2008). Proportional reasoning in elementary and secondary education: Moving beyond the percentages. In A. Gagatsis (Ed.), *Research in mathematics education* (pp. 147-162). University of Cyprus.
- Modestou, M., & Gagatsis, A. (2010). Cognitive and metacognitive aspects of proportional reasoning. *Mathematical Thinking and Learning*, 12(1), 36-53. <https://doi.org/10.1080/10986060903465822>
- Muijs, D. (2004). *Doing quantitative research in education with SPSS*. London: Sage Publications.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Noelting, G. (1980). The development of proportional reasoning and the ratio concept: Part 1-Differentiation of stages. *Educational Studies in Mathematics*, 11(1), 217-253. <https://doi.org/10.1007/BF00304357>
- Özgün-Koca, S. A., & Altay, M. K. (2009). An investigation of proportional reasoning skills of middle school students. *Investigations in Mathematics Learning*, 2(1), 26-48. <https://doi.org/10.1080/24727466.2009.11790289>
- Pakmak, G. S. (2014). *6. sınıf öğrencilerinin niceliksel ve niteliksel orantısal akıl yürütme problemlerinin çözümündeki anlayışlarının incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Pelen, M. S. (2014). *6. sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin problemlerin sınıflanması ve sayısal yapılarına göre incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Çukurova Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Pelen, M. S., & Dinç-Artut, P. (2015). 7th grade students'problem solving success rates on proportional reasoning problems. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences*, 2(1), 96-100. <https://doi.org/10.21890/ijres.71245>
- Ramful, A., & Narod, F. B. (2014). Proportional reasoning in the learning of chemistry: levels of complexity. *Mathematics Education Research Journal*, 26(1), 25-46. <https://doi.org/10.1007/s13394-013-0110-7>
- Singh, P. (2000). Understanding the concepts of proportion and ratio constructed by two grade six students. *Educational Studies in Mathematics*, 43(1), 271-292. <https://doi.org/10.1023/A:1011976904850>
- Teddlie, C. & Tashakkori, A. (2015). *Karma yöntem araştırmalarının temelleri*. Anı Yayıncılık.
- Tavşancıl E. (2002). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi*. Nobel Yayıncılık.
- Tekin, H. (2010). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (20. Baskı). Yargı Yayınevi.
- Toluk-Uçar, Z. & Bozkuş, F. (2016). İlkokul ve ortaokul öğrencilerinin orantısal durumları orantısal olmayan durumlardan ayırt edebilme becerileri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(3), 281-299. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kefad/issue/59425/853495>
- Tourniaire, F., & Pulos, S. (1985). Proportional reasoning: A review of the literature. *Educational Studies in Mathematics*, 16(2), 181-204. <https://doi.org/10.1007/BF02400937>

- Van De Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2013). *Elementary and middle school mathematics: teaching developmentally*. Pearson Education, Inc.
- Van Dooren, W., De Bock, D., & Verschaffel, L. (2010). From addition to multiplication and back: The development of students' additive and multiplicative reasoning skills. *Cognition and Instruction*, 28(3), 360-381. <https://doi.org/10.1080/07370008.2010.488306>
- Vanluydt, E., Verschaffel, L., & Van Dooren, W. (2018). Emergent proportional reasoning: Searching for early traces in four-to five-year olds. In E. Bergqvist, M. Österholm, C. Granberg, & L. Sumpter (Eds.), *Proceedings of the 42nd conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 247–254). Sweden: Umeå.
- Vanluydt, E., Wijns, N., Torbeyns, J., & Van Dooren, W. (2021). Early childhood mathematical development: the association between patterning and proportional reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 107(1), 93–110. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10017-w>
- Weinberg, S. L. (2002). Proportional reasoning: One problem, many solutions! In B. Litwiller (Eds.), *Making sense of fractions, ratios, and proportions* (pp. 138-144). National Council of Teachers of Mathematics.

İletişim/Correspondence

Hafize Gamze KIRMIZIGÜL
hgamzekirmizigul1@gmail.com

Doç. Dr. Aziz İLHAN
aziz.ilhan@inonu.edu.tr

Prof. Dr. Bilal ALTAY
bilal.altay@inonu.edu.tr