

Üslü İfadeler Konusu İle İlgili Üç Aşamalı Kavram Testi Geliştirme Çalışması¹

Demet Baran Bulut²

Ebru Güveli³

Hasan Güveli⁴

Type/Tür:

Research/Araştırma

Received/Geliş Tarihi:

November 1/ 1 Kasım 2020

Accepted/Kabul Tarihi:

May 23/23 Mayıs 2021

Page numbers/Sayfa No: 1150-1167

Corresponding

Author/İletişimden Sorumlu

Yazar:

demet.baran@erdogan.edu.tr



This paper was checked for plagiarism using iThenticate during the preview process and before publication. / Bu çalışma ön inceleme sürecinde ve yayımlanmadan önce iThenticate yazılımı ile taranmıştır.

Copyright © 2017 by

Cumhuriyet University, Faculty of Education. All rights reserved.

Öz

Kavram yanlışlarını tespit etmenin yollarından biri “Üç aşamalı testler”dir. Bu testlerde birinci aşamada öğrenciden doğru olan cevabı seçmesi istenmektedir. İkinci aşamada yaptığı seçimin açıklamasını yani çözümünü yazması istenmektedir. Üçüncü aşamada ise bu cevaplarından emin olup olmadığını belirtmesi istenmektedir. Üç aşamalı testlerin bir ve iki aşamalı testlere kıyasla öğrencilerin kavram yanlışlarını tespit etmede daha geçerli ve güvenilir olduğu düşünülmektedir. Üslü ifadeler öğrencilerin hata yaptıkları ve güçlük yaşadıkları konulardan biridir. Bu düşünceden hareketle, üslü ifadelerde üç aşamalı kavram testi geliştirme bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Test kavram yanlışlığı yanında öğrencinin bilimsel bilgisini (başarısını), bilgi eksikliğini ve güven eksikliğini de ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Çalışmada üç aşamadan oluşan 20 maddelik bir kavram testi kullanılmıştır. Test, 2017-2018 eğitim-öğretim yılında dört farklı devlet ortaokulunun sekizinci sınıflarında öğrenim gören toplam 103 öğrenciye uygulanmıştır. Testin geçerliği için uzman görüşüne başvurulmuş, madde analizlerini gerçekleştirmek için, öğrencilerin “%27’lik üst grubu” ile “%27’lik alt grubu” belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda madde güçlük katsayıları ve madde ayırtecdilik katsayıları tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmalar sonucunda bir madde testten çıkarılmıştır. Daha sonra testin güvenilirliği için istatistiksel analizler yapılmış ve 19 soruluk testin ilk aşaması için güvenilirlik katsayısı 0,89; ikinci aşaması için 0,92; üçüncü aşaması için 0,91 olarak bulunmuştur. Çalışma sonunda “Üslü İfadeler Kavram Testinin” güvenilir ve geçerli bir test olduğu kabul edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Matematik eğitimi, kavram yanlışlığı, ortaokul öğrencileri, üç aşamalı test, üslü ifadeler.

Suggested APA Citation /Önerilen APA Atıf Biçimi:

Baran-Bulut, D., Güveli, E., & Güveli, H. (2021). Üslü ifadeler konusu ile ilgili üç aşamalı kavram testi geliştirme çalışması. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 10(3), 1150-1167.
<http://dx.doi.org/10.30703/cije.819260>

¹ Bu çalışma, 25-28 Nisan 2019 tarihlerinde Rize’de gerçekleştirilen 12. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi’nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

² Dr. Öğr. Üyesi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Matematik Eğitimi, Rize/Türkiye
Assist. Prof, Recep Tayyip Erdoğan University, Department of Mathematics Education, Rize/Turkey
e-mail: demet.baran@erdogan.edu.tr ORCID ID: orcid.org/0000-0003-1085-7342

³ Dr. Öğr. Üyesi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Matematik Eğitimi, Rize/Türkiye
Assist. Prof, Recep Tayyip Erdoğan University, Department of Mathematics Education, Rize/Turkey
e-mail: ebru.guveli@erdogan.edu.tr ORCID ID: orcid.org/0000-0003-3738-5496

⁴ Öğr. Gör. Dr., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Matematik Eğitimi, Rize/Türkiye
Lecturer Dr., Recep Tayyip Erdoğan University, Department of Mathematics Education, Rize/Turkey
e-mail: hasanguveli@erdogan.edu.tr ORCID ID: orcid.org/0000-0001-5432-9045

A Study on Developing a Three-Tier Concept Test on Exponential Expressions

Abstract

One way to determining the misconceptions is three-stage tests. In these tests, the student is asked to mark the correct answer in the first stage. In the second stage, the option is marked by specifying the justification of the marking. In the third stage, it is required to indicate whether the students make sure of their answers. It is thought that three-stage tests determine students' misconceptions more effectively than one-stage and two-stage tests. Exponential expressions are one of the subjects where students make mistakes and have difficulty. The purpose of this study is to develop a three-stage concept test in exponential expressions. The test was applied to 103 students studying in the eighth grade of four different public middle schools in the 2017-2018 year. The experts' opinions were consulted for the content and face validity of the test. To perform item analysis, the top 27% of the students and the bottom 27% of the students were determined. As a result of the item analysis, item difficulty indexes and item discrimination indices were determined. As a result of these studies, 1 item was excluded from the test. Then, statistical analyzes were made for construct validity and the reliability coefficient for the first stage of the 19-question test was 0.89, 0.92 for the second stage, for the third stage; it was found as 0.91. At the end of the study, it was accepted that the Exponential Expressions Concept Test is a reliable and valid test.

Keywords: Matematics education, misconception, middle school studnets, three-stage test, exponential expressions

Giriş

Kavram yanılması; “kişisel deneyimlerin sonucu olarak bilimsel gerçeklere ters düşen ve bilim tarafından doğrulanmış kavramların öğretilmesini ve öğrenilmesini engelleyen bilgiler” olarak ifade edilir (Baki, 2018: 166). Diğer bir deyişle kavram yanılması bireyin sahip olduğu bilginin bilimsel olarak kabul görmüş bilgiyle çelişmesi ve bilimsel bilgiye yanlış anlamlar yüklemesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu süreçte birey edindiği yanlış bilgiyi sahiplenir, savunur ve kendince destekler. Bireyde oluşan yanlışlar ortaya çıkarılmadığı ve düzeltilmediği takdirde ömür boyu bu yanlış sürer gider. Fakat kavram yanılığının ortaya çıkarılması kolay bir süreç değildir. Kavram yanılığını tespit etmenin yollarından biri gözlem ve görüşmelerdir. Ancak zamanın kısıtlı olması ve büyük örnekleme ulaşılmasının zor olması bu yöntemin uygulamasını sınırlı hale getirmektedir. Özellikle büyük örneklerde uygulanmasının kolay olması ve sonuçların kolay analiz edilmesinden dolayı araştırmacılar çoktan seçmeli soruları kullanmayı tercih etmektedir (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002). Yapılan çoktan seçmeli testlerle kavram yanılığının ortaya çıkması kolay olmamakla birlikte bireyin yanılması varsa bu yanılığının farkında olmamasına ve yanılığının doğruluğunda ısrarcı olmasına da sebep olabilir. Bireyin hata mı yaptığı, bilgi eksikliği mi olduğu, yoksa kavram yanılığına mı sahip olduğu tek aşamalı testlerle anlaşılmayabilir. Bu yüzden kavram yanlışlarının teşhisi için “iki aşamalı testler” geliştirilmiştir. “İki aşamalı testler”in ilk aşamasında öğrenciden doğru cevabı seçmesi istenmektedir İkinci aşamada işaretlediği seçeneği neden işaretlediğini açıklayarak (çözümleyerek) neden bu seçeneği işaretlediğini belirtmesi istenmektedir (Karataş, Köse ve Coştu, 2003). Ancak bu aşamalarda kavram yanılması veya bilgi eksikliği olup olmadığında karar vermek için cevaplarını destekleyen, bu

cevaplarından emin olup olmadığını belirten üçüncü bir aşamaya ihtiyaç duyulur (Kutluay, 2005). Bunun için “üç aşamalı testler” geliştirilmektedir. Bu tür testler, öğrencinin ilk iki aşamada verdiği cevaptan emin olup olmadığını cevaplarının arkasında olduğunu ve savunduğunu ifade eden ek bir aşama daha içerir. Böylece öğrencilerden birinci aşamada işaretledikleri seçeneği ikinci aşamada niçin işaretlediklerini açıklamaları ve üçüncü aşamada bu cevaplarından emin olup olmadıklarını belirtmeleri istenmektedir. “Üç aşamalı testler”in bir ve iki aşamalı testlere nispeten öğrencilerin kavram yanlışlarını tespit etmede daha geçerli ve güvenilir oldukları düşünülmektedir (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002). Fen bilimlerinde kavram yanlışlarının “üç aşamalı test” ile tespit etmeye yönelik çalışmalara rastlanılmış olup (Caleon ve Subramaniam, 2010; Aykutlu ve Şen, 2012; Milenković, Hrin, Segedinac ve Horvat, 2016; Bozdağ, 2017; Çiğdemoglu ve Arslan, 2017; Özden ve Yenice, 2017; Irwansyah, Sukarmin ve Harjana, 2018; Prodjosantoso, Hertina ve Irwanto, 2019) matematikte uluslararası literatürde geometri kavramlarına yönelik üç aşamalı testin geliştirildiği bir çalışmaya (Istiyani, Muchyidin ve Rahardjo, 2018) rastlanırken, Türkiye’de ise henüz bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Öğrencilerin matematiksel kavramlara ilişkin düştükleri yanlışları belirlemek ve gidermek oldukça önemlidir. Matematik yığılmalı bir bilim dalı olduğundan öğrenilen her bir kavram sonraki kavram ya da kavramlar için bir basamak olmaktadır. Bu nedenle herhangi bir kavramın öğrenilmesindeki güçlük ya da kavrama ilişkin edinilmiş yanlış bilgi daha sonra birçok kavramın öğrenilmesinde güçlükler yaşanmasına, kavramların yanlış algılanmasına neden olabilir (Duatepe-Paksu, 2008). Üslü ifadeler, öğrencilerin anlamakta zorlandığı ve kavram yanlışısı yaşadığı konulardan birisidir (Özdemir, Bayraktar ve Yılmaz, 2017). Bu konu, matematiğin birçok alanında ve başka disiplinlerde kullanılıyor olmasına rağmen genellikle öğrenciler tarafından günlük hayatla ilgisi olmayan, zor, gereksiz ve karışık işlemler ve kavramlar olarak tanımlanmaktadır (Şenay, 2002; akt. Duatepe-Paksu, 2008). Bu olumsuz yargıların sebebi bahsedilen konuların günlük hayatta sıkça kullanılmaması ve öğrencilerin gözünde soyut kalması olabilir. Genel olarak üslü ifadeler konusunda karşılaşılan yanlışlar: üssü çok büyük veya çok küçük olan sayıların büyüklüğüne karar verememe, sıfırcı kuvvetin anlamını algılayamama, sayının negatif kuvvetini belirleyememe, x^a ve a^x ifadelerini birbirinden ayırt edememe, negatif sayının çift veya tek kuvvetlerini almada zorluk yaşama, tabanları ve üsleri farklı olan sayıları karşılaştırmada zihinsel tahminler yapamama, üslü ifadelerde dört işlemde (toplama, çıkarma, çarpma ve bölme) güçlükler yaşama şeklindedir (Avcu, 2010; Cangelosi, Madrid, Cooper, Olson ve Hartter, 2013; Duatepe-Paksu, 2008; İymen ve Duatepe-Paksu, 2015; Ulusoy, 2019; Özkan ve Özkan, 2012; Weber, 2002). Üslü ifadeler sadece matematik değil diğer alanlarda da kullanılan ayrıca ilköğretim ile sonraki öğretim kademelerinde de çok sık karşılaşılan bir kavramdır (İymen ve Duatepe-Paksu, 2015). Bu nedenle üslü ifadelerle ilgili öğrencilerdeki bilgi eksikliklerini ve kavram yanlışlarını tespit etmek gerekli görülmüştür.

Kavram yanlışlarının tespiti sürecinde geçerli ve güvenilir araçların kullanılması bu yanlışların giderilebilmesi için önem arz etmektedir. Böylelikle bu durumlar için daha verimli çalışmalar yapılabilir ve öneriler sunulabilir. Bu tespitler öğretmen ve araştırmacılar için yol gösterici olabilir. Diğer testlere nazaran kavram

yanılgılarını daha geçerli ve güvenilir bir şekilde tespit ettiği düşünülen üç aşamalı teşhis testine üslü ifadeler konusunda ihtiyaç olduğu düşüncesiyle bu çalışma yapılmıştır. Bu çalışma için geliştirilen üç aşamalı testle, üslü ifadeler konusunda daha geçerli, güvenilir biçimde kavram yanılgıları tespit edilebilecek ve gereken önlemlerin alınmasına olanak sağlayacaktır. Bu bağlamda bu çalışmada üslü ifadeler konusunda üç aşamalı kavram testi geliştirmek amaçlanmıştır.

Yöntem

Üslü İfadeler Konusunda Kavram Testi Geliştirme

Bu çalışma, üslü ifadeler konusuna yönelik öğrencilerin bilgilerini belirlemek ve kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak amacıyla “Üslü İfadeler Kavram Testi” (ÜİKT) geliştirilmiştir. ÜİKT geliştirilirken ortaokul dersi öğretim programında (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018) belirtilen kazanımlardan yararlanılmıştır. Daha sonra literatürde bulunan üslü ifadelerdeki kavram yanılgılarını içeren çalışmalar (Bingölbali ve Özmantar, 2012; Cangelosi vd., 2013; Duatepe-Paksu, 2008; İymen ve Duatepe-Paksu, 2015; Özkan ve Özkan, 2012) incelenerek toplam 20 maddelik bir çoktan seçmeli testin ön aşaması oluşturulmuştur. Cümle yapıları ve soru cevaplarının doğruluğu alanında uzman iki öğretim elemanınca gözden geçirilmiştir. Daha sonra 20 kişilik öğrenci grubuna test uygulanarak zaman, anlaşılabilirlik, okunabilirlik, çözülebilirlik bakımlarından pilot bir uygulama yapılmıştır. Bu uygulama sonucunda anlaşılmayan ifadeler yeniden düzenlenmiş ve süre 60 dakika olarak belirlenmiştir. Aşağıdaki tabloda üslü ifadeler konusunda bulunan ve testin maddelerinde kullanılan kazanımlar verilmiştir:

Tablo 1.

ÜİKT’deki Maddelerin ilgili olduğu Kazanımlar ve Soru Numaraları

| Konu | Kazanımlar | Maddeler |
|---------------|--|--------------------------------|
| Üslü ifadeler | 1.“Tam sayıların, tam sayı kuvvetlerini hesaplar.” | 1, 4, 8, 12, 16, 18 |
| | 2.“Üslü ifadelerle ilgili temel kuralları anlar, birbirine denk ifadeler oluşturur.” | 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 15, 17 |
| | 3.“Verilen bir sayıyı 10’un farklı tam sayı kuvvetlerini kullanarak ifade eder.” | 2, 3, 14 |
| | 4.“Çok büyük ve çok küçük sayıları bilimsel gösterimle ifade eder ve karşılaştırır.” | 19, 20 |

Tablo 1’de yer alan 1. ve 2. kazanım diğer kazanımlara ulaşmada temel teşkil eder. MEB (2018), kılavuz kitaplarda 1. ve 2. kazanımlarla ilgili daha fazla örnek uygulamalar yer alır. Bu yüzden bu iki kazanıma yönelik soru sayılarına testte daha fazla yer verilmiştir.

Çalışma Grubu

Çalışma, 2017-2018 eğitim-öğretim yılında dört farklı devlet ortaokulunun sekizinci sınıflarında öğrenim gören 103 öğrenci ile yürütülmüştür. Ancak 20 öğrencinin soruları boş bırakması veya açıklama kısmında “boş” bırakan, “attım” veya “fikrim yok” gibi cevap vermesi sebebiyle bu öğrenciler analiz dışı bırakılmıştır. Toplamda 83 öğrencinin cevap kâğıdı üzerinden veriler toplanmıştır.

Verilerin Analizi

Sekizinci sınıf öğrencilerine uygulanan ÜİKT testi sonucunda testin aşamaları olan;

Birinci aşama (puan 1) için, doğru cevap "1", yanlış cevap "0"

İkinci aşama için, doğru cevap "1", yanlış cevap "0"

Üçüncü aşama (güven düzeyi) için, eminim "1", emin değilim "0" ile puanlanmıştır.

Her bir aşamada test maddelerinin çalışıyor olduğunu göstermek amacıyla madde analizleri yapılmıştır.

Aşamaların birlikte puanlanması ile oluşan;

Puan 2 için, birinci aşama ve ikinci aşama sorusuna birlikte verilen cevap doğru ise 1, yanlış ise 0 puan verilmiştir. Yani birinci aşamada doğru ve ikinci aşamada da doğru cevap vermişse 1, birinci aşama veya ikinci aşamada yanlış cevap vermişse 0, her iki aşamaya da yanlış cevap vermişse yine 0 puan verilmiştir.

Puan 3 için, birinci aşama, ikinci aşama ve üçüncü aşamanın tek bir soru olarak kodlanıp, alınan puanların toplanması ile elde edilir. Birinci aşama ve ikinci aşama sorularına birlikte verilen cevap doğru, üçüncü aşama sorusuna verilen cevap "eminim" ise 1; diğer tüm durumlarda 0 puan verilmiştir (Bozdağ, 2017; Özden ve Yenice, 2017).

Ayrıca üçüncü aşama (güven düzeyi) ile Puan 2 arasındaki ilişkiye Spearman momentler çarpım korelasyonu ile bakılmıştır.

Literatürden esinlenerek puanlama sonucunda oluşturulan kavramsal kategoriler şu şekilde belirlenmiştir (Bozdağ, 2017; Çiğdemoglu ve Arslan, 2017):

Tablo 2.

Üç Aşamalı Testin Kavramsal Kategorileri

| Kategori | Açıklama |
|----------------------|---|
| Bilimsel Bilgi (1) | Doğru Seçenek-Doğru Çözüm (Açıklama)-Eminim |
| Kavram Yanılgısı (2) | Doğru Seçenek-Yanlış Çözüm (Açıklama)-Eminim Yanlış Seçenek-Yanlış Çözüm (Açıklama)-Eminim |
| Bilgi Eksikliği (3) | Doğru Seçenek-Yanlış Çözüm (Açıklama)-Emin değilim Yanlış Seçenek-Yanlış Çözüm (Açıklama)-Emin değilim Yanlış Seçenek-Doğru Çözüm (Açıklama)-Emin değilim Yanlış Seçenek-Doğru Çözüm (Açıklama)-Eminim |
| Güven Eksikliği (4) | Doğru Seçenek-Doğru Çözüm (Açıklama)-Emin değilim |

Kategoriler belirlenirken doğru seçenek-doğru çözüm (açıklama)-eminim cevaplarından oluşan "bilimsel bilgi" kategorisi "1", doğru seçenek-yanlış çözüm (açıklama)-eminim ve yanlış seçenek-yanlış çözüm (açıklama)-eminim cevaplarından oluşan "kavram yanılgısı" kategorisi "2", yanlış seçenek-yanlış çözüm (açıklama)-eminim değilim ve doğru seçenek-yanlış çözüm (açıklama)-eminim değilim ve yanlış seçenek-doğru çözüm (açıklama)-emin değilim ve yanlış seçenek-doğru çözüm (açıklama)-eminim cevaplarından oluşan "bilgi eksikliği" kategorisi "3" ve doğru seçenek-doğru çözüm (açıklama)-eminim değilim cevaplarından oluşan "güven eksikliği" kategorisi "4" ile kodlanmıştır. Bu kodlamanın amacı 0 ve 1 ile puanlanan öğrenci cevaplarının kategorilere ayrılmasında kolaylık sağlamasıdır.

Literatürden farklı olarak testte “doğru” seçeneği işaretleyip çözüm kısmında “yanlış” (çözüm) açıklamada bulunan ve “eminim” cevabını verenler “kavram yanılışı” kategorisinde değerlendirilmiştir. Örneğin; “0,4 mü daha büyüktür yoksa 0,675 diye sorulduğunda testte doğru olan 0,675 daha büyüktür seçeneğini işaretleyip açıklama kısmında 0,675’in virgülden sonra basamak sayısı daha fazla olduğu için bu seçeneği işaretledim” gibi yanlış bir cevap sunabilmektedir (Bingölbalı ve Özmantar, 2012). Bu çalışmada da benzer durumlar ortaya çıktığından (Örneğin; $\frac{5^4}{5^3}$ sorusuna birinci aşamada doğru cevap olan 5 cevabını verip, çözüm kısmında $\frac{5^4}{5^3}=(4 \times 5)-(3 \times 5)=20-15=5$ cevabını vererek yanlış yapmıştır) doğru seçenek yanlış açıklama (çözüm) ve çözümünden emin olma durumu bu çalışmada “kavram yanılışı” kategorisinde değerlendirilmiştir.

Yine testte “yanlış” seçeneği işaretleyip “doğru” açıklama (çözüm) sunan ve “eminim” cevabını veren öğrenciler bu çalışmada “bilgi eksikliği” kategorisinde değerlendirilmiştir. Böyle bir durumun ortaya çıkması ancak bir hatadan (sistemik olmayan) kaynaklı ya da öğrencilerin doğru çözüm yapıp doğru yaptıklarının farkında olmamalarıyla izah edilebilir (Örneğin; “64 koli her kolinin içinde 16 şeker kutusu her şeker kutusunun içinde 4 şeker varsa şekerlerin sayısı kaçtır?” sorusunun ikinci aşama çözüm kısmına doğru bir şekilde $64 \times 16 \times 4$ yazıp birinci aşamada yanlış seçenek olan 128’i işaretlemiştir). Bu yüzden bu durumun bilgi eksikliği kategorisinde değerlendirilmesi uygun görülmüştür.

Açıklama kısmında testi “boş” bırakan ve “fikrim yok” gibi verilen cevaplar değerlendirmeye alınmamıştır. Testte yanlış seçeneği işaretleyip açıklama kısmına “öyle olduğunu düşünüyorum”, “en yakın cevabı bu görüyorum” şeklinde cevap veren öğrencilere “0 puan” verilerek yanlış cevap kategorisinde değerlendirilmiştir. İşlem hatası yapıp çözüm yolu doğru olan maddelere “1 puan” verilerek değerlendirmeye alınmıştır (örneğin; $3^2 \times 2^2$ sorusunda, çözüm kısmına $3^2 \times 2^2=3 \times 3 \times 2 \times 2$ yazıp testte 24 cevabını verenler işlem hatası olarak düşünülüp değerlendirilmiştir). Boş bırakılan maddeler değerlendirilmemiştir. Bu nedenle cevapları boş bırakan 20 öğrencinin cevap kâğıdı değerlendirmeye alınmamıştır.

Bulgular

103 öğrenciden testteki bütün sorulara eksiksiz bir şekilde cevap veren 83 öğrencinin cevap kâğıdı başarı sıralamasına göre sıralanmış %27’si üst grup ($n_u=22$) ve %27’si alt grup ($n_a=22$) olacak şekilde iki kısma ayrılmıştır. Her bir aşamada her bir madde için madde ayırt edicilik katsayısı ve madde güçlük katsayısı hesaplanmıştır.

Tablo 3’te görüldüğü üzere birinci aşama test sonuçlarında madde güçlüğü ortalaması 0,49 iken ayırt ediciliği 0,52 olup Cronbach’s Alpha güvenilirlik katsayısı 0,89 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.
Madde Analizi Sonuçları Birinci Aşama (Puan 1)

| Soru numarası | Dü | Da | p | rjx |
|--|----|----|----------------------------|------|
| 1 | 22 | 7 | 0,66 | 0,68 |
| 2 | 22 | 14 | 0,81 | 0,36 |
| 3 | 17 | 2 | 0,43 | 0,68 |
| 4 | 19 | 1 | 0,45 | 0,81 |
| 5 | 21 | 10 | 0,70 | 0,50 |
| 6 | 16 | 6 | 0,50 | 0,45 |
| 7 | 17 | 8 | 0,57 | 0,41 |
| 8 | 16 | 9 | 0,57 | 0,32 |
| 9 | 21 | 5 | 0,59 | 0,73 |
| 10 | 17 | 8 | 0,57 | 0,41 |
| 11 | 15 | 1 | 0,36 | 0,64 |
| 12 | 14 | 2 | 0,36 | 0,55 |
| 13 | 5 | 2 | 0,16 | 0,14 |
| 14 | 14 | 2 | 0,36 | 0,55 |
| 15 | 14 | 3 | 0,39 | 0,50 |
| 16 | 17 | 2 | 0,43 | 0,68 |
| 17 | 16 | 6 | 0,50 | 0,45 |
| 18 | 19 | 5 | 0,55 | 0,64 |
| 19 | 13 | 3 | 0,36 | 0,45 |
| 20 | 12 | 4 | 0,36 | 0,36 |
| Ortalama | | | 0,49 | 0,52 |
| Dü: Üst gruptaki öğrencilerin doğru cevap sayısı | | | p: Madde Güçlüğü | |
| Da: Alt gruptaki öğrencilerin doğru cevap sayısı | | | rjx: Madde Ayırt Ediciliği | |

Tablo 4.
İkinci Aşama İçin Madde Analizi Sonuçları

| Soru numarası | Dü | Da | p | rjx |
|---------------|----|----|------|------|
| 1 | 20 | 6 | 0,59 | 0,63 |
| 2 | 22 | 13 | 0,79 | 0,41 |
| 3 | 16 | 0 | 0,36 | 0,72 |
| 4 | 19 | 1 | 0,45 | 0,81 |
| 5 | 21 | 13 | 0,77 | 0,36 |
| 6 | 15 | 4 | 0,43 | 0,50 |
| 7 | 17 | 3 | 0,45 | 0,63 |
| 8 | 17 | 1 | 0,41 | 0,72 |
| 9 | 21 | 5 | 0,59 | 0,72 |
| 10 | 17 | 2 | 0,43 | 0,68 |
| 11 | 14 | 0 | 0,31 | 0,63 |
| 12 | 13 | 1 | 0,31 | 0,54 |
| 13 | 5 | 1 | 0,13 | 0,18 |
| 14 | 15 | 1 | 0,36 | 0,63 |
| 15 | 13 | 5 | 0,41 | 0,36 |
| 16 | 16 | 0 | 0,36 | 0,72 |
| 17 | 15 | 0 | 0,34 | 0,68 |
| 18 | 17 | 2 | 0,43 | 0,68 |
| 19 | 11 | 2 | 0,29 | 0,41 |

| | | | | |
|--|----|---|----------------------------|------|
| 20 | 11 | 1 | 0,27 | 0,45 |
| Ortalama | | | 0,42 | 0,57 |
| Dü: Üst gruptaki öğrencilerin doğru cevap sayısı | | | p: Madde Güçlüğü | |
| Da: Alt gruptaki öğrencilerin doğru cevap sayısı | | | rjx: Madde Ayırt Ediciliği | |

Tablo 4'te görüldüğü üzere ikinci aşama test sonuçlarında madde güçlüğü ortalaması 0,42 iken ayırt ediciliği 0,57 olup Cronbach's Alpha güvenilirlik katsayısı 0,92 olarak bulunmuştur.

Tablo 5.

Puan 2 için Madde Analizi Sonuçları

| Soru numarası | Dü | Da | p | rjx |
|--|----|----|----------------------------|------|
| 1 | 21 | 1 | 0,5 | 0,90 |
| 2 | 22 | 6 | 0,63 | 0,72 |
| 3 | 13 | 0 | 0,29 | 0,59 |
| 4 | 16 | 0 | 0,36 | 0,72 |
| 5 | 20 | 3 | 0,52 | 0,77 |
| 6 | 10 | 0 | 0,22 | 0,45 |
| 7 | 13 | 0 | 0,29 | 0,59 |
| 8 | 11 | 0 | 0,25 | 0,50 |
| 9 | 20 | 0 | 0,45 | 0,90 |
| 10 | 13 | 0 | 0,29 | 0,59 |
| 11 | 8 | 0 | 0,18 | 0,36 |
| 12 | 8 | 0 | 0,18 | 0,36 |
| 13 | 1 | 0 | 0,02 | 0,04 |
| 14 | 11 | 0 | 0,25 | 0,50 |
| 15 | 7 | 1 | 0,18 | 0,27 |
| 16 | 13 | 0 | 0,29 | 0,59 |
| 17 | 12 | 0 | 0,27 | 0,54 |
| 18 | 14 | 0 | 0,31 | 0,63 |
| 19 | 7 | 0 | 0,15 | 0,31 |
| 20 | 8 | 0 | 0,18 | 0,36 |
| Ortalama | | | 0,29 | 0,53 |
| Dü: Üst gruptaki öğrencilerin doğru cevap sayısı | | | p: Madde Güçlüğü | |
| Da: Alt gruptaki öğrencilerin doğru cevap sayısı | | | rjx: Madde Ayırt Ediciliği | |

Tablo 5'te görüldüğü üzere Puan 2'ye göre test sonuçlarında madde güçlüğü ortalaması 0,29 iken ayırt ediciliği 0,53 olup Cronbach's Alpha güvenilirlik katsayısı 0,94 olarak bulunmuştur.

Tablo 6'da görüldüğü üzere üçüncü aşama test sonuçlarında madde güçlüğü ortalaması 0,38 iken ayırt ediciliği 0,54 olup Cronbach's Alpha güvenilirlik katsayısı 0,91 olarak bulunmuştur.

Tablo 6.
Üçüncü Aşama için Madde Analizi Sonuçları

| Soru umarası | Dü | Da | p | rjx |
|--|----|----|----------------------------|------|
| 1 | 20 | 5 | 0,56 | 0,68 |
| 2 | 22 | 11 | 0,75 | 0,50 |
| 3 | 16 | 0 | 0,36 | 0,72 |
| 4 | 19 | 1 | 0,45 | 0,81 |
| 5 | 20 | 8 | 0,63 | 0,54 |
| 6 | 15 | 3 | 0,41 | 0,54 |
| 7 | 18 | 2 | 0,45 | 0,72 |
| 8 | 17 | 3 | 0,45 | 0,63 |
| 9 | 21 | 5 | 0,59 | 0,72 |
| 10 | 13 | 2 | 0,34 | 0,50 |
| 11 | 11 | 0 | 0,25 | 0,50 |
| 12 | 10 | 1 | 0,25 | 0,41 |
| 13 | 2 | 0 | 0,04 | 0,09 |
| 14 | 15 | 1 | 0,36 | 0,63 |
| 15 | 10 | 5 | 0,34 | 0,22 |
| 16 | 14 | 0 | 0,31 | 0,63 |
| 17 | 14 | 1 | 0,34 | 0,59 |
| 18 | 15 | 1 | 0,36 | 0,63 |
| 19 | 9 | 2 | 0,25 | 0,31 |
| 20 | 9 | 1 | 0,22 | 0,36 |
| Ortalama | | | 0,38 | 0,54 |
| Dü: Üst gruptaki öğrencilerin doğru cevap sayısı | | | p: Madde Güçlüğü | |
| Da: Alt gruptaki öğrencilerin doğru cevap sayısı | | | rjx: Madde Ayırt Ediciliği | |

Tablo 7’de görüldüğü üzere Puan 3 sonuçlarında madde güçlüğü ortalaması 0,36 iken ayırt ediciliği 0,59 olup Cronbach’s Alpha güvenilirlik katsayısı 0,94 olarak bulunmuştur.

Bir testin (ölçme aracının) güvenilir olarak kabul edilebilmesi için Cronbach’s Alpha katsayısının (α) 0,70’ten büyük olması gerekmektedir (Büyüköztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2008). Bu çalışmada her bir aşamanın güvenilirlik katsayısı 0,89, 0,92, 0,91 Puan 2 ve Puan 3 güvenilirlik katsayısı 0,94 olduğundan güvenilir bir testtir. Bir testte maddelerin ayırt edicilik katsayısı 0,40 ve daha büyük ise madde çok iyi, 0,30-0,39 arasında ise madde orta derecede, 0,20-0,29 arasında ise düzeltilmesi ve geliştirilmesi gerekir, ancak madde zorunlu hallerde kullanılabilir, 0,19 ve daha küçük ise, madde çok zayıftır, eğer düzeltmelerle geliştirilemiyorsa testten çıkarılması daha uygundur (Tekin, 2003). Testte 13. sorunun madde güçlük katsayısı her üç aşamada da düşük olmasından dolayı madde testten çıkarılmıştır. Maddenin testten çıkarılması güvenilirliği her üç aşamada değiştirmemiştir. Ancak sorunun yanlış anlamaya sebebiyet vermesinden ötürü ve çoğu öğrenci tarafından yapılamamasından ve ayırt edicilik katsayısının da düşük çıkmasından ötürü çıkarılmasına karar verilmiştir.

Tablo 7.
Puan 3 için Madde Analizi Sonuçları

| Soru umarası | Dü | Da | p | rjx |
|--|----|----|----------------------------|------|
| 1 | 20 | 2 | 0,50 | 0,82 |
| 2 | 22 | 6 | 0,64 | 0,73 |
| 3 | 16 | 0 | 0,36 | 0,73 |
| 4 | 19 | 1 | 0,45 | 0,82 |
| 5 | 20 | 6 | 0,59 | 0,64 |
| 6 | 15 | 1 | 0,36 | 0,64 |
| 7 | 18 | 1 | 0,43 | 0,77 |
| 8 | 17 | 1 | 0,41 | 0,73 |
| 9 | 21 | 2 | 0,52 | 0,86 |
| 10 | 13 | 0 | 0,30 | 0,59 |
| 11 | 11 | 0 | 0,25 | 0,50 |
| 12 | 10 | 0 | 0,23 | 0,45 |
| 13 | 2 | 0 | 0,05 | 0,09 |
| 14 | 15 | 1 | 0,36 | 0,64 |
| 15 | 10 | 3 | 0,30 | 0,32 |
| 16 | 14 | 0 | 0,32 | 0,64 |
| 17 | 14 | 1 | 0,34 | 0,59 |
| 18 | 15 | 1 | 0,36 | 0,64 |
| 19 | 9 | 1 | 0,23 | 0,36 |
| 20 | 9 | 1 | 0,23 | 0,36 |
| Ortalama | | | 0,36 | 0,59 |
| Dü: Üst gruptaki öğrencilerin doğru cevap sayısı | | | p: Madde Güçlüğü | |
| Da: Alt gruptaki öğrencilerin doğru cevap sayısı | | | rjx: Madde Ayırt Ediciliği | |

Üç aşamanın sonunda alınan "Puan 2" ile "Güven düzeyi" arasındaki ilişki (korelasyon) SPSS istatistik programı aracılığı ile incelenmiştir. Korelasyona dağılım normal olmadığından Spearman momentler çarpım korelasyonu ile bakılmıştır. Üçüncü Aşama (güven düzeyi) test cevaplarının normal dağılmadığı görülmektedir. Normallik ile ilgili tablo aşağıda verilmiştir:

Tablo 8.
Testin Normallliği

| | Kolmogorov-Smirnov | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------------|--------------------|----|--------|--------------|----|-------|
| | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| Güven düzeyi | 0,080 | 83 | 0,200* | 0,976 | 83 | 0,128 |
| Puan 2 | 0,131 | 83 | 0,001 | 0,945 | 83 | 0,001 |

Tablo 8 değerlerinden Puan 2'nin dağılımının 0,05 anlamlılık düzeyine göre $p < 0,05$ olduğundan normal dağılmadığı görülmektedir. Aşağıdaki tabloda ise "Puan 2" ve "Güven düzeyi" arasındaki korelasyon sonuçları verilmiştir:

Tablo 9.
Puan 2 ile Güven Düzeyi Arasındaki Korelasyon

| | | Puan 2 | Güven |
|----------------|--------|-------------------------|---------|
| Spearman's rho | Puan 2 | Correlation Coefficient | 1,000 |
| | | Sig. (2-tailed) | 0,706** |
| | | N | 83 |
| Güven | Güven | Correlation Coefficient | 0,706** |
| | | Sig. (2-tailed) | 0,000 |
| | | N | 83 |

Tablo 9'dan görüldüğü gibi güven düzeyi ile puan 2 arasında pozitif yönde (0,70, $p < 0,001$) bir ilişki vardır.

Kategorilerden "bilimsel bilgi" kategorisi "1", "kavram yanılgısı" kategorisi "2", "bilgi eksikliği" kategorisi "3" ve "güven eksikliği" kategorisi "4" puan ile kodlanarak yüzde ve frekanslar belirlenmiştir.

Tablo 10.
Üç Aşamalı Test Sonuçlarının Kategorileri

| Sorular | Bilimsel Bilgi | | Kavram Yanılgısı | | Bilgi Eksikliği | | Güven Eksikliği | |
|---------|----------------|------|------------------|------|-----------------|------|-----------------|-----|
| | f | % | f | % | f | % | f | % |
| S1 | 48 | 57,8 | 22 | 26,5 | 10 | 12 | 3 | 3,6 |
| S2 | 55 | 66,3 | 16 | 19,3 | 7 | 8,4 | 5 | 6 |
| S3 | 21 | 25,3 | 28 | 33,7 | 33 | 39,7 | 1 | 1,2 |
| S4 | 23 | 27,7 | 26 | 31,3 | 33 | 39,7 | 1 | 1,2 |
| S5 | 54 | 65,1 | 9 | 10,8 | 14 | 16,9 | 6 | 7,2 |
| S6 | 39 | 47 | 21 | 25,3 | 18 | 21,7 | 5 | 6 |
| S7 | 39 | 47 | 15 | 18,1 | 23 | 27,7 | 6 | 7,2 |
| S8 | 37 | 44,6 | 17 | 20,5 | 22 | 26,5 | 7 | 8,4 |
| S9 | 39 | 47 | 20 | 24,1 | 22 | 26,5 | 2 | 2,4 |
| S10 | 26 | 31,3 | 25 | 30,1 | 26 | 31,3 | 6 | 7,2 |
| S11 | 11 | 13,3 | 29 | 34,9 | 37 | 44,6 | 4 | 4,8 |
| S12 | 12 | 14,5 | 30 | 36,1 | 37 | 44,6 | 4 | 4,8 |
| S14 | 23 | 27,7 | 23 | 27,7 | 33 | 39,7 | 4 | 4,8 |
| S15 | 22 | 26,5 | 21 | 25,3 | 36 | 43,4 | 4 | 4,8 |
| S16 | 17 | 20,5 | 31 | 37,3 | 32 | 38,5 | 3 | 3,6 |
| S17 | 19 | 22,9 | 24 | 29,4 | 38 | 45,8 | 2 | 2,4 |
| S18 | 25 | 30,1 | 13 | 15,6 | 43 | 51,8 | 2 | 2,4 |
| S19 | 13 | 15,7 | 17 | 20,5 | 49 | 60 | 4 | 4,8 |
| S20 | 12 | 14,5 | 11 | 13,2 | 56 | 67,5 | 4 | 4,8 |

Kavram yanılgısına düşme oranı %10 ve üzerinde olanların bir anlam ifade ettiği, bu değer altındaki değerlerin testin hata payından kaynaklandığı varsayılmıştır (Taşlıdere, Korur ve Eryılmaz, 2012).

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Oluşturulan testte yer alan maddelerin güçlük değerleri 0,22 ile 0,75 arasında değişmektedir. Genel olarak test maddelerinin güçlük değerlerinin 0,50 civarında olması beklenmektedir (Özçelik, 2010). Bu testteki ortalama güçlük 0,38 olarak

belirlenmiştir. Bu da testin güçlük düzeyinin ideale yakın olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Testteki ayırt edicilik değerleri ise 0,22 ile 0,81 arasında değişmektedir. Testin ortalama ayırt edicilik değeri 0,54'tür. Bu durum testin ortalama olarak ayırt edicilik gücünün çok iyi düzeyde olduğunun göstergesidir. Ayrıca testin her üç aşamanın güvenilirlik katsayısı 0,89, 0,92, 0,91 birleştirilmiş aşamalardan oluşan puan2 ve puan3'ün güvenilirlik katsayısı 0,94 olduğundan güvenilir bir test olduğu kabul edilebilir (Büyüköztürk vd., 2008).

Test sadece kavram yanlışlarını değil aynı zamanda bilgi eksikliklerini, bilimsel bilgilerini ve güven eksikliklerini belirlemede de geçerli ve güvenilir bir test olduğunu göstermiştir.

Geliştirilen bu testin derslerde matematik öğretmenleri tarafından kullanılması sonucunda öğretmenlerin öğrencilerin kavram yanlışlarını daha kolay belirleyerek bu yanlışları gidermede gerekli önlemleri alması açısından faydalı olacağı düşünülmektedir. Geniş kitlelere ve büyük örnekleme uygulanabilen bu test sadece kavram yanlışlığı değil, öğrenci başarısını (bilimsel bilgi), bilgi eksikliğini ve güven eksikliğini tespit etmede kullanılabilir. Aynı zamanda test matematiğin diğer konularına adapte edilebilir, diğer konular için de benzer kavram yanlışlığı teşhis testleri hazırlanabilir. Bu anlamda sürekliliği olan kullanılabilir ve geliştirilebilir bir testtir. Bunun yanı sıra test içinde kavram yanlışları tespit edilirken kavram karikatürleri, yapılandırılmış grid veya dallanmış ağaç tekniklerinden de yararlanılabilir. Bundan sonraki çalışmalarda üç aşamalı üslü ifade kavram testleri hazırlanırken kavram karikatürleri ya da yapılandırılmış gridlerin soru yapısında kullanılması önerilebilir. Bu sayede çoktan seçmeli soruların sınırlılığının da önüne geçilebilir.

Kaynakça

- Avcu, R. (2010). Eight graders' capabilities in exponents: Making mental comparisons. *Practice and Theory in System of Education*, 5(1), 39-48.
- Aykutlu, I. ve Şen, A. İ. (2012). Üç aşamalı test, kavram haritası ve analogi kullanılarak lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(166), 275-288.
- Baki, A. (2018). *Matematiği öğretme bilgisi* (1. Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Bingölbali, E. ve Özmantar, M.F. (2012). *Matematiksel kavram yanlışları: Sebepleri ve çözüm arayışları*. Erhan Bingölbali ve M. Fatih Özmantar (Ed.) İlköğretimde karşılaşılan matematiksel zorluklar ve çözüm önerileri (3. Baskı) (ss. 1-30) içinde. Ankara: Pegem Akademi.
- Bozdağ, H. C. (2017). Üç aşamalı kavramsal ölçme aracı ile öğrencilerin sindirim sistemi konusundaki kavram yanlışlarının tespiti. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(3), 878-901. <https://doi.org/10.14686/buefad.308999>
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (14. Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010). Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves.

- International Journal of Science Education*, 32(7), 939-961.
<https://doi.org/10.1080/09500690902890130>
- Cangelosi, R., Madrid, S., Cooper, S., Olson, J. & Hartter, B. (2013). The negative sign and exponential expressions: Unveiling students' persistent errors and misconceptions. *The Journal of Mathematical Behavior*, 32(1), 69-82.
<https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2012.10.002>
- Çiğdemoğlu, C. ve Arslan, H. Ö. (2017). Atmosfer ile ilgili çevre problemleri konularında kavram yanlışlarını tespit eden üç aşamalı tanı testinin Türkçeye uyarlanması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 671-699.
<https://doi.org/10.23891/efdyyu.2017.26>
- Duatepe-Paksu, A. (2008). Üslü ve köklü sayılardaki öğrenme güçlükleri. M. F. Özmantar, E. Bingölbali ve H. Akkoç (Ed.), *Matematiksel kavram yanlışları ve çözüm önerileri* (ss. 9-39) içinde. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E. (2002). Üç-aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanlışlarının ölçülmesi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül 2002, Ankara, Cilt: 1, Online erişim <http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/>
- Irwansyah, I., Sukarmin, S., & Harjana, H. (2018). Development of three-tier diagnostics instruments on students misconception test in fluid concept. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 7(2), 207-217.
<https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v7i2.2703>
- Istiyani, R., Muchyidin, A., & Rahardjo, H. (2018). Analysis of student misconception on geometry concepts using three-tier diagnostic test. *Cakrawala Pendidikan*, 37(2), 223-236. <https://doi.org/10.21831/cp.v37i2.14493>
- İymen, E. ve Duatepe-Paksu, A. (2015). 8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadeler ile ilgili sayı duyularının sayı duyusu bileşenleri bakımından incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 40(177), 109-125. <https://doi.org/10.15390/EB.2015.2710>
- Karataş, F. Ö., Köse, S. ve Coştu, B. (2003). Öğrencilerin yanlışlarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 54-69.
- Kutluay, Y. (2005). *Diagnosis of eleventh grade students' misconceptions about geometric optic by a three-tier test* (Unpublished master's thesis). Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Milenković, D. D., Hrin, T. N., Segedinac, M. D., & Horvat, S. (2016). Development of a three-tier test as a valid diagnostic tool for identification of misconceptions related to carbohydrates. *Journal of Chemical Education*, 93(9), 1514-1520.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00261>
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Özçelik, D. A. (2010). *Test hazırlama kılavuzu* (4. Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Özden, B. ve Yenice, N. (2017). "Kuvvet ve enerji" ünitesine yönelik üç aşamalı kavramsal anlama testi geliştirme çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(2), 432-463.
<https://doi.org/10.17522/balikesirnef.373421>

- Özkan, E. M., & Özkan, A. (2012). Misconception in exponential numbers in IST and IIND level primary school mathematics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 65-69. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.069>
- Özdemir, B. G., Bayraktar, R. ve Yılmaz, M. (2017). Sınıf ve ortaokul matematik öğretmenlerinin kavram yanlışlarına ilişkin açıklamaları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 284-305.
- Prodjosantoso, A. K., Hertina, A. M., & Irwanto (2019). The misconception diagnosis on ionic and covalent bonds concepts with three tier diagnostic test. *International Journal of Instruction*, 12(1), 1477-1488. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12194a>
- Şenay, Ş. C. (2002). *Üslü ve köklü sayıların öğretiminde öğrencilerin yaptıkları hatalar ve yanlışları üzerine bir araştırma* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Taşlıdere, E., Korur, F. ve Eryılmaz, A. (2012). *Kavram yanlışlarının üç aşamalı sorularla farklı bir şekilde değerlendirilmesi*. 10. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi, 27-30 Haziran 2012, Niğde Üniversitesi, Niğde.
- Tekin, H. (2003). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (15. Baskı). Ankara: Yargı Yayıncılık.
- Ulusoy, F. (2019). Serious obstacles hindering middle school students' understanding of integer exponents. *International Journal of Research in Education and Science*, 5(1), 52-69.
- Weber, K. (2002). *Students' understanding of exponential and logarithmic functions*. Proceedings from the 2nd international conference on the teaching of mathematics, 2002. Erişim adresi: <https://eric.ed.gov/?id=ED477690>

Ek- Üslü İfadeler Kavram Testi

| | |
|---|---|
| <p>1. 3^{-2} sayısı aşağıdakilerden hangisine eşittir? A) -9 B) $\frac{1}{6}$ C) $\frac{1}{9}$ D) 6</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> | <p>11. $5 \times 2^3 + 3 \times 2^3 + 4 \times 2^3$ aşağıdakilerden hangisine eşittir? A) $10^3 + 6^3 + 8^3$ B) $15 \times 2 + 9 \times 2 + 12 \times 2$ C) $5 \times 6 + 3 \times 6 + 4 \times 6$ D) $2^3 \times 12$</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> |
| <p>2. $3^2 \times 2^2$ sayısı aşağıdakilerden hangisine eşittir? A) 6^2 B) 24 C) 6^4 D) $6+4$</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> | <p>12. $3^{-2} \times 5^3$ aşağıdakilerden hangisine eşittir? A) 15^{-6} B) $\frac{125}{9}$ C) -90 D) 15^1</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> |
| <p>3. $3^4 \times 4^3$ işleminin sonucu kaçtır? A) 12^{12} B) 3×12^3 C) 12^7 D) 12×12</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> | <p>13. $\frac{12^8}{6^2}$ aşağıdakilerden hangisi yanlıştır? A) $3^6 \times 2^{14}$ B) $2^{\frac{8}{2}}$ C) $12^8 \times 6^{-2}$ D) $2^8 \times 6^6$</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> |

| | |
|---|--|
| <p>4. -2^{-3} sayısı aşağıdakilerden hangisine eşittir? A) 6 B) $1/6$ C) $-\frac{1}{8}$ D) $-2^{1/3}$</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> | <p>14. $\frac{5^4}{5^3}$ aşağıdakilerden hangisine eşittir? A) 5 B) 0 C) 1 D) $20/15$</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> |
| <p>5. x^2 sayısı aşağıdakilerden hangisine eşittir? A) $x \cdot x$ B) 2^x C) $2x$ D) $x+2$</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> | <p>15. $a(-a)^4(-a^2)$ aşağıdakilerden hangisine eşittir? A) $-a^7$ B) a^7 C) $8 \cdot a$ D) $3a^6$</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> |
| <p>6. $(-3)^2$ sayısı aşağıdakilerden hangisine eşittir? A) -6 B) $\frac{1}{9}$ C) -9 D) 9</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> | <p>16. $5^2 + 5^{-2}$ aşağıdakilerden hangisine eşittir? A) 10^0 B) 0 C) 5^0 D) $\frac{626}{25}$</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> |
| <p>7. $(-\frac{4}{5})^{-2}$ sayısı aşağıdakilerden hangisine eşittir? A) $-\frac{8}{10}$ B) $\frac{8}{10}$ C) $\frac{16}{25}$ D) $\frac{25}{16}$</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> | <p>17. 2^0 aşağıdakilerden hangisine eşittir? A) 2 B) 1 C) 0 D) Belirsiz</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> |
| <p>8. $(2^{-3})^2$ sayısı aşağıdakilerden hangisine eşittir? A) 2^{-9} B) 2^9 C) 2^{-6} D) -12</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> | <p>18) 0,000018 sayısının bilimsel gösterimi aşağıdakilerden hangisidir? A) 18×10^{-6} B) 18×10^6 C) $1,8 \times 10^5$ D) $1,8 \times 10^{-5}$</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> |
| <p>9. $2^4 + 2^4 + 2^4$ sayısı aşağıdakilerden hangisine eşittir? A) 24 B) 48 C) 6^4 D) 2^{12}</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> | <p>19. 64 koli her kolinin içinde 16 şeker kutusu her şeker kutusunun içinde 4 şeker varsa şeker sayısı kaçtır? A) 1 B) 2^{12} C) 84 D) 128</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> |
| <p>10. $3^4 - 2^4$ sayısı aşağıdakilerden hangisine eşittir? A) 1^4 B) 4 C) 65 D) 1^0</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> | <p>20. $2^{20} \times 5^{20}$ kaç basamaklıdır? A) 20 B) 21 C) 10^{20} D) 4000</p> <p>Nedeni: 0 Eminim 0 Emin değilim</p> |

Summary

Introduction

Information that is contrary to scientific facts as a result of personal experience and which prevents the teaching and learning of science-proven concepts is expressed as a misconception (Baki, 2018: 166). The misconception arises from the incompatibility of an individual's knowledge with scientific knowledge, contradictions, and misunderstanding of scientific knowledge. Determining the misconceptions is not so easy. Although the misconception is not possible with multiple-choice tests, it may cause the individual to insist on his or her mistake. One way to determine misconceptions is to use three-stage tests. These tests include an additional step that the student gives the rationale for the answer given in the first two stages. This additional phase is a stage that asks whether the answers of the previous two stages are sure. In this way, the student is asked to explain his / her choice at the first stage in the second stage and to indicate whether he is sure of this answer in the third stage. It is thought that three-stage tests determine students' misconceptions more effectively than one-stage and two-stage tests. In this study, it is aimed to develop a three-stage concept test in exponential expressions.

Method

In this study, survey method was chosen. The study was carried out with 103 students studying in the eighth grade of four different middle schools in the 2017-2018 year. In order to identify the misconceptions of eighth-grade students about exponential numbers, a three-stage test was prepared in accordance with the achievements in the secondary school curriculum (Ministry of National Education [MoNE], 2018). In the preparation of the measurement tool, a preliminary stage of a 20-item multiple-choice test was created by taking into consideration the studies in the literature (Bingölbali & Özmantar, 2012; Cangelosi et al., 2013; Duatepe-Paksu, 2008; İymen & Duatepe-Paksu, 2015; Özkan & Özkan, 2012) and textbooks.

The options of the prepared test consisted of the literature and possible misconceptions that might arise by discussing with teachers. The accuracy of the sentence structures and the answers to the questions were reviewed by two experts in the field. Afterwards, a pilot application was applied to 20 students for the duration of time, clarity, intelligibility and readability. As a result of this application, unclear expressions were rearranged and the duration was determined as 60 minutes.

The answers of eighth-grade students were scored according to the scoring key and descriptive statistical techniques and data were analyzed. The scoring key mentioned by Bozdağ (2017) and Çiğdemoğlu and Arslan (2017) has been taken into consideration, but some changes have been made, and a new scoring key has been created.

The scores of the students were scored as follows (Bozdağ, 2017; Özden & Yenice, 2017):

Point 1: Points were collected only in the first stage questions, which was multiple-point test. If the answer to the first stage question is correct and 0 is wrong, 0 points are given.

Point 2: The first stage of the multiple-choice test and the second stage which is the description part, is coded as a single question, the obtained points are obtained by addition. If the answer given to the first stage and second stage question is correct, 1-point is given and is wrong, 0-point is given. In other words, if the first step is correct and the second step is correct, 1-point is given and in all other cases 0-point is given.

Point 3: The first stage, the second stage and the third stage is coded as a single question and obtained by addition of the points received. The answer to the first stage and second stage questions is correct, while the answer to the third stage question is "I am sure" 1-point is given; in all other cases, 0 point is given.

Confidence Level: Only the third stage is obtained by collecting points from the section. If the third stage is answered as "I'm sure" 1-point is given, if it is answered as "not sure" 0-point is given.

Results

In the first stage of test results, the mean of the item difficulty was 0.49 and the difference was 0.52 and the Cronbach's Alpha reliability coefficient was found to be 0.89. In the second stage test results, the mean of the item difficulty was 0.42, the difference was 0.57 and the Cronbach's alpha reliability coefficient was found to be 0.92. In the third stage test results, the item difficulty was 0.38, while the discriminability was 0.54 and the Cronbach's Alpha reliability coefficient was 0.91. Item 13 was excluded from the test because the difficulty index of this item was low in all three stages. The removal of the item 13 from the test did not change the reliability in all three stages. However, it was decided that item 13 would be misrepresented and would not be made by most students and would be removed due to the low level of the discrimination index.

According to the success rank of the 83 answer papers, 103 students were divided into two parts, 27% of which were classified as an upper group (22) and 27% as a subgroup (22). Material discrimination and substance difficulty were calculated for each item at each stage.

Discussion

The difficulty values of the items in the created test vary between 0.22 and 0.75. Generally, the difficulty values of test items are expected to be around 0.50 (Özçelik, 2010). The average difficulty in this test was set at 0.38. This can be accepted as an indicator that the difficulty level of the test is close to ideal. The discrimination values in the test range between 0.22 and 0.81. The average discrimination value of the test is 0.54. This situation indicates that the average discrimination power of the test is very good. In addition, since the reliability coefficient of all three stages of the test is 0.89, 0.92, and 0.91, it can be accepted as a reliable test (Büyüköztürk et al., 2008).

As a result, the test was accepted as a reliable test in identifying students' misconceptions and difficulties in exponential expressions.

Pedagogical Implications

As a result of the use of this developed test by mathematics teachers in lessons, it is thought that it will be useful in terms of taking necessary precautions in order to determine students' misconceptions more easily by teachers. In addition, two-stage or

three-stage tests, concept cartoons, structured grid or branched tree techniques can also be used when detecting misconceptions. In future studies, it can be suggested to use concept cartoons or structured grids in the question structure while preparing three-stage exponential concept tests. Through this, the limitations of multiple-choice questions can be prevented.

Araştırmanın Etik Taahhüt Metni

Yapılan bu çalışmada bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulduğu; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifatın yapılmadığı, karşılaşılabilecek tüm etik ihlallerde "Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi ve Editörünün" hiçbir sorumluluğunun olmadığı, tüm sorumluluğun Sorumlu Yazara ait olduğu ve bu çalışmanın herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiş olduğu sorumlu yazar tarafından taahhüt edilmiştir.

Authors' Biodata/ Yazar Bilgileri

Demet BARAN BULUT Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi'nde Dr. Öğr. Üyesi olarak çalışmaktadır.

Demet Baran Bulut is Assist. Prof. at Recep Tayyip Erdoğan University.

Ebru GÜVELİ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi'nde Dr. Öğr. Üyesi olarak çalışmaktadır.

Ebru Güveli is Assist. Prof. at Recep Tayyip Erdoğan University.

Hasan GÜVELİ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi'nde öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır.

Hasan Güveli is lecturer at Recep Tayyip Erdoğan University.