

ışığın Madde ile Etkileşimi Ünitesine Yönelik Kavramsal Anlama Testi Geliştirme Çalışması

Conceptual Understanding Test Development Study for the Unit of Interaction of Light with Matter

Ayşegül Karapınar¹, Ali Günay Balım²

¹Sorumlu Yazar, Arş. Gör., Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Eğitim Fakültesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Türkiye, aysegul.krpnr@gmail.com, (<https://orcid.org/0000-0002-8501-289X>)

²Prof. Dr., Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Eğitim Fakültesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye, agunay.balim@deu.edu.tr, (<https://orcid.org/0000-0003-2010-1696>)

Geliş Tarihi: 06.04.2023

Kabul Tarihi: 17.07.2023

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, ortaokul (7.sınıf) öğrencilerinin ışığın madde ile etkileşimi konusundaki kavramsal anlamalarını belirlemek amacıyla kavram testi geliştirmektir. Çalışmaya İzmir ilinde bulunan iki ortaokulda 7. ve 8. sınıfta öğrenim gören toplam 87 öğrenci dahil edilmiştir. Testin kapsam ve görünüş geçerliğinin sağlanabilmesi için uzman görüşü alınmıştır. Kapsam geçerliği kapsamında uzman görüşlerine yönelik değerlendirmede Lawshe tekniği kullanılmıştır. Analizler sonucunda kapsam geçerlik oranı konu alanına uygunluk için .98, kazanımlara uygunluk için .90, bilgi süreç boyutuna uygunluk için .77 ve bilişsel süreç boyutuna uygunluk için .72 olarak tespit edilmiştir. Uygulamalardan sonra kavramsal anlama testleri iki puanlayıcı tarafından puanlanmış olup puanlayıcılar arası uyumun hesaplamasında Kendal tau katsayısı $w=.99$ olarak tespit edilmiştir. Testin yapı geçerliğini ve güvenilirliğini belirlemede Rasch analizi kullanılmıştır. Analiz sonucunda; güvenilirlik incelemesi kapsamında madde güvenilirlik değeri .97, kişi güvenilirlik değeri .91 ve cronbach α değeri .88 olarak tespit edilmiştir. Testin yapı geçerliği, modele uyum ve madde güçlüklerinin değerlendirilmesi sonucunda üç maddenin Rasch modeline uyumlu olmadığı ve bazı maddelerin modele uyumsuzluk göstermesi de performansı yüksek ve düşük bireyleri az ya da fazla ayırttığı bulunmuş olup bu maddeler de testten çıkarılmıştır. Sonuç olarak, 19 maddelik kavram testinin geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fen eğitimi, ışık, kavramsal anlama, test geliştirme, rasch analizi.

ABSTRACT

The aim of this study is to develop a concept test in order to determine the conceptual understanding of middle school (7th grade) students about the interaction of light with matter. A total of 87 students studying in the 7th and 8th grades of the secondary school in İzmir were included in the study. Expert opinion was taken to ensure the content and face validity of the test. The Lawshe technique was used to evaluate expert opinions within the scope of content validity. As a result of the analyzes, the content validity ratio was determined as .98 for the subject area, .90 for the acquisitions, .77 for the information process dimension and .72 for the cognitive process dimension. After the applications, the conceptual understanding tests were scored by two raters, and the Kendal tau coefficient was determined as $w=.99$ in the calculation of the agreement between the raters. Rasch analysis was used to determine the construct validity and reliability of the test. As a result of the analysis; Within the scope of reliability examination, item reliability value was

*Bu çalışma ilk yazarın ikinci yazar danışmanlığındaki "Fen Öğretiminde Disiplinlerarası Entegrasyonun Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri, Akıl Yürütme Becerileri ve Kavramsal Anlama Düzeylerine Etkisi" isimli doktora tezinden üretilmiştir.

determined as .97, individual reliability value as .91 and cronbach α value as .88. As a result of the evaluation of the test's construct validity, fit with the model, and item difficulties, it was found that three items were not compatible with the Rasch model, and although some items did not show incompatibility with the model, they more or less differentiated high-performing and low-performing individuals, and these items were also removed from the test. As a result, it has been determined that the 19-item concept test is a valid and reliable measurement tool.

Keywords: Science education, light, conceptual understanding, test development, rasch analysis.

GİRİŞ

Fen eğitimi, yaşamın her alanı için gereklidir. Fen bilimleri dersi, yaşamın her bir aşamasında kullanılabilecek temel kavramları içermektedir. Bu dersin temel hedeflerinden birisi de öğrencilerin kavramları anlamasını sağlamaktır (Uysal & Bostan Sarioğlan, 2020; Wood, 2012). Soyut kavramların çoğunlukta olması (Özden & Yenice, 2017) ve öğretim aşamasında somutlaştırmada zorluk çekilmesi (Uysal & Bostan Sarioğlan, 2020) kavramların öğrenilmesinin önündeki en büyük engellerden bir tanesidir. Fen öğretimi üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde öğrenciler bazı kavramları anlamakta ve tanımlamakta zorlandıklarını (Bakırcı vd., 2016; Uysal & Bostan Sarioğlan, 2020) ve kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir (Akyıldız, 2020; Alkış Küçükaydın, 2020; Çetinkaya & Taş, 2016; Kocakulah & Turan, 2019). Kavram, Çepni (2019) tarafından bir nesne, olgu ya da olay için akla gelen ilk kelime olarak tanımlanırken; Novak (2010) tarafından nesne, olay ya da olguların bir isim altında toplanması olarak tanımlanmıştır. Bireyler küçük yaşlardan itibaren çevreleri ile etkileşimleri sırasında kavramları zihinsel şemalarında bilinçli ya da bilinçsiz şekilde oluşturmaktadırlar. Bu süreçte her birey kavram şemalarını oluşturmada bilimsel doğrulara ulaşamamaktadır (Kocakulah & Turan, 2019). Bilimsel doğrunun dışında yer alan etiketlemeler kavram yanlışlığı ya da alternatif kavrama olarak adlandırılmaktadır. Kavram yanlışlığı, öğrencilerde yer alan fikirler ya da etiketlemeler ile bilimsel teorilerdeki etiketlemeler arasındaki farklar olarak tanımlanmaktadır (Kaltakçı-Gürel vd., 2015). Bu durum sınıf ortamında bireylerin yeni bilgileri, olguları ya da olayları zihinlerinde yer alan şemalarla ilişkilendiremediğinde yani bir uyumsuzluk yaşandığında ortaya çıkar (Özden & Yenice, 2017). Sözü edilen uyumsuzluk durumu öğrenmeyi engeller. Bu uyumsuzluğın ortadan kaldırılması ile öğrenme gerçekleşir. Kalıcı ve anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilebilmesi için öğrencilerde yer alan mevcut şemaların ortaya çıkarılması (Alkış Küçükaydın, 2020) alternatif kavramların tespit edilmesi önemlidir (Kocakulah & Turan, 2019). Işık, tüm bilim disiplinlerinde ve sınıf seviyelerinde temel ve birleştirici bir kavramdır. Evrendeki her şeyin algılanması ışık ile mümkün olabilmektedir. Bir enerji formu olması nedeniyle fen eğitiminde diğer bir disiplinlerarası kavram olan enerji kavramı ile de ilişkilidir. Işık ve enerji kavramı arasındaki bu ilişki Ulusal Araştırma Konseyi (NRC) (2012) raporu ve Yeni Nesil Bilim Standartları (NGSS) (2013) gibi uluslararası raporlarda açıkça ortaya koyulmuştur. Sözü edilen bu kesişen kavramlar fen eğitimi, sosyal bilimler, sanat, yaşam bilimleri-yeryüzü ve astronomi gibi disiplinler arasında köprü kuran kavramlardır (Duschl, 2012). Bu köprünün kurulması farklı disiplinlerde yer alan temel bilimsel kavramların birbirine bağlanmasıyla gerçekleşmekte ve öğrenciler yeterli kavramsal bilgi edinmektedir (Schaal vd., 2010). Lancor (2014), disiplinlerarası bir bağlamda çapraz kesişen bir kavramın (örneğin; enerji, ışık vb.) nasıl öğretileceği sorusuna cevap vermeden önce, öğrencilerin sözü edilen öğretilecek kavramı disiplin bağlamlarında nasıl anladıkları hakkında daha fazla şey bilinmesi gerektiğine dikkat çekmiştir.

Alternatif kavramları (kavram yanlışlıklarını) en aza indirerek bilimsel açıklamalara dayanan kavramlara ulaşma sürecinin, alternatif kavramlarının belirlenmesi ile başladığı ve doğru kavramsal anlamalara ulaşmaya doğru gittiği söylenebilir. Bu bağlamda ilk olarak öğrencilerin, alternatif kavramlarının ve kavramsal yapılanma sürecinde kavramsal anlamalarının belirlenmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Araştırmalar incelendiğinde

öğrencilerde yer alan alternatif kavramaların; günlük deneyimlerden (Kaltakçı & Eryılmaz, 2010; Smith vd., 1994; Widarti vd., 2016; Widiyatmoko & Chimizu, 2018a), dil kullanımından (Osborne, 1983; Tyson vd., 1999; Erman, 2017; Widiyatmoko & Chimizu, 2018b), öğretmenden (Kaltakçı & Eryılmaz, 2010; Erman 2017) ve kitaplardan (Kaltakçı & Eryılmaz, 2010; Widarti vd., 2016; Erman, 2017) kaynaklandığı ifade edilmektedir. Alternatif kavramaların kaynağının tespit edilmesi bu kaynaklardan oluşabilecek yanlışların önüne geçilmesini sağlayabilir. Alternatif kavramaya sebep olabilecek kaynak her ne olursa olsun fen eğitiminin temel amaçlarından biri öğrencilerin kavram yanlışlarından uzak anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmesidir. Bu araştırmada öğrencilerin yaygın olarak yanlışlığa sahip olduğu ışık konusu ele alınmıştır. Işık konusu ile ilgili alan yazın incelendiğinde Raftopoulos vd. (2005) Newton'un da ışık teorisi ile ilgili çalışmalarında belirttiği gibi okullarda ışık konusu öğretilirken önce ışığın özelliğinin öğrencilere verilmesinin, ardından ışığın doğası ile ilgili çalışmalara girilmesini savunmaktadırlar. Kaewkhong vd. (2010) öğrencilerin ışığın yayılması ile ilgili alternatif kavramalara sahip olduklarını tespit etmiştir. Bu çalışmada öğrenciler gözden cisime ya da görüntüye doğru bir ışın olduğunu düşünmektedir ve bunu çizimleriyle ortaya koymuşlardır. Aynı çalışmada öğrencilerin ışığın yansıması ve ışığın kırılması olaylarını karıştırdıkları da tespit edilmiştir. Benzer şekilde Galili ve Hazan (2000), Harrison ve Treagust (1993) araştırmalarında ışığın kırılması ve yansıması ile ilgili öğrencilerde alternatif kavramaların yer aldığını tespit etmişlerdir. Haagen-Schützenhöfer (2017) öğrencilerin güneş ışığının sarı olduğu düşüncesine sahip oldukları, ayrıca gün ışığı, güneş ışığı ve beyaz ışık ile ilgili farklı fiziksel modellere sahip oldukları üç ifadeyi farklı ışık olarak düşündükleri görülmektedir. Blizak vd. (2009) ise öğrencilerin ışığın yayılması ve gölge oluşumu noktasında alternatif kavramalara sahip olmalarının yanında mercekte görüntüyü şekillendiren kısmın mercek odağı olduğunu düşündüklerini tespit etmiştir. Şahin-Akyüz ve Çil (2013) öğrencilerin ışık renkleri ve cisimlerin renkli görülmesi ile ilgili yanlışlara sahip olduğunu belirtmektedir. Araştırmacıların bu çalışmada tespit ettikleri bazı alternatif kavramalar; renklerin oluşmasında ışığın etkisinin olmadığı, cisimlerin boyandığı renkte görüldüğü, cisimlerin soğurdıkları ışığın renginde görüldükleri, bütün renklerin birleşmesiyle siyah (karanlık) oluştuğu, siyah ve beyazın bir renk olduğu boyalardaki (pigment) ve ışıktaki birincil (ana) renklerin aynı olduğu, boya (pigment) birincil renklerinin kırmızı, sarı ve mavi olduğu şeklindedir. Çok sayıda Koreli öğrenciyle yapılan bir başka çalışma (N = 1786), öğrencilerin optikte bağlama bağlı alternatif kavramalarını tanımlamıştır (Chu vd., 2009). Bu çalışmadan elde edilen bulgular, birçok öğrencinin temel optikteki kavramları farklı bağlamlarda tutarlı bir şekilde uygulayamadığını göstermiştir. Bu çalışmalar aynı bilimsel kavram altında soruların fiziksel özellikleri değiştirilerek veya örnekler değiştirilerek yürütülmüştür. Bu bağlamda fen öğretiminde öğrencilerde var olan ya da olabilecek alternatif kavramaların tespit edilmesi ve öğretim gerçekleştirilirken alternatif kavrama oluşmaması için özen gösterilmesi gerekmektedir. Alanyazında öğrencilerde bulunan alternatif kavramalar bilindiğinde bu alternatif kavramaları ortadan kaldırma amacıyla etkinlikler geliştirilebilir, modeller, gösterimler ya da deneyler tasarlanabilir. Ayrıca geliştirilecek olan kavramsal anlama testlerinde ya da alternatif ölçme değerlendirme araçlarında alanyazında var olan kavram yanlışlarının toplu bir şekilde ortaya konulması araştırmacılara da kolaylık sağlayacaktır.

Öğrencilerin ışık ile ilgili kavram yanlışlarının tespit edilmesi kapsamında farklı eğitim düzeylerinde (ilkokul, ortaokul, lise, üniversite, vb.) kavramsal anlama testleri geliştirilmiştir. Geliştirilen testler öğretim programı kazanımlarını dikkate almaktadır. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının değişimi (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013; MEB, 2018) ünite konularını, kapsamını ve kazanımlarını da değiştirmektedir. Araştırmalarımız sonucunda üniteye yönelik kavramsal anlama testleri yer almasına rağmen bazı araştırmacıların (Örneğin; Akın Yılmaz, 2021) ünite içerisinde belli bir kısmı araştırmaya dahil edip bu kapsamda test geliştirdiği tespit edilmiştir. Alanyazında ışığın madde ile etkileşimi konu kapsamına yönelik kavramsal anlama testleri yer alsa da detaylı inceleme sonucunda bu araştırmaların eğitim seviyesi (sınıf), dahil olduğu program ya da ele alınan kazanım kapsamı olarak uygun

olmadığına karar verilmiştir. Bu bağlamda bu araştırmada 7. sınıf ‘Işığın Madde ile Etkileşimi’ ünitesine (MEB, 2018) yönelik tüm konu kapsamına yönelik kavramsal anlama testi geliştirilmiştir. Bu çalışmada günümüzde kullanılmakta olan son fen öğretim programı (MEB, 2018) içerisindeki 7. sınıf ‘Işığın Madde ile Etkileşimi’ ünitesinin konu ve kazanımlarını kapsayacak şekilde bir kavramsal anlama testi geliştirilmiş olması bu araştırmayı diğer araştırmalardan ayıran önemli bir noktadır. Program güncellemelerinde ünitelerin konu kapsamı ve kazanımlarının değişmesi bu araştırmayı gerekli kılmıştır. Bu testi diğer testlerden ayıran bir diğer önemli nokta ise geliştirilmesinde kullanılan analizdir. Bu araştırmada geliştirilen kavramsal anlama testinin geçerlik güvenirlik analizlerinde Rasch yöntemi kullanılmıştır.

Ölçme ve değerlendirmede iki temel kuramdan biri olan Klasik test teorisi (KTT) yöntemleri, fen eğitimi alanındaki test geliştirme literatüründe sıklıkla uygulanmaktadır (Liu, 2010). Klasik kuramın (KTT) bazı sınırlılıklarına alternatif olarak Modern Test Kuramı (MTK) üretilmiştir (Crocker & Algina, 1986). Rasch, MTK’da kullanılan analizlerden birisidir. Kullanımı çok yaygın olmasa da sosyal bilimlerde en iyi yaklaşımlardan biri olarak Rasch yöntemi kabul edilmektedir (Boone vd., 2010; Liu, 2010; Smith vd. 2002; Sondergeld & Johnson, 2014). Bunun nedenlerinden biri de genel olarak birçok eğitim araştırmacısı, ölçüm aracı geliştirmede Rasch ölçümünü kullanmak için gereken eğitimden yoksundur (Liu, 2010; Smith vd. 2002). Özellikle fen eğitimi araştırmalarında son yıllarda, her biri Rasch ölçümünün farklı uygulamalarına odaklanan üç giriş makalesi yayınlanarak öncülük edilmiştir (Sondergeld & Johnson, 2014). İlk olarak, Boone ve Scantlebury (2006), bilimde çoktan seçmeli bir testi incelerken Rasch modelinin ikilemler için nasıl uygulanacağını göstermiştir. Ardından Rasch kısmi kredi modeli Eggert ve Bögenholz (2009) tarafından öğrencilerin sosyo-bilimsel karar verme stratejilerinin bir değerlendirmesini geliştirmek için kullanılmıştır. Boone vd. (2010) ise daha önce geliştirilmiş bir özdeğerlendirme ölçeğini rasch derecelendirme ölçeği modelini kullanarak nasıl değerlendirileceğini göstermektedir. Boone vd. (2010) rasch değerlendirme ölçeği modelini, kullanarak yeni bir test geliştirmeye nasıl uyarlanacağını göstermektedir. Alanyazın incelendiğinde Rasch ölçüm yöntemlerinin değişken yapı ve geçerlilik değerlendirmesinde KTT’ye göre avantajlı olduğu gösterilmiştir (Smith vd. 2002; Sondergeld & Johnson, 2014).

YÖNTEM

Çalışmada 7. sınıflarda ‘Işığın Madde ile Etkileşimi’ ünitesini kapsayan geçerli ve güvenilir açık uçlu kavramsal anlama testi geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda kavramsal anlama testi geliştirme basamakları (Baykul, 2015; Crocker & Algina, 1986; Treagust, 1988) çalışmalarından uyarlanmıştır. Kavramsal anlama testinin geliştirilmesi bağlamında bu uyarlamada; (a) konu içeriğinin saptanması, (b) öğrencilerin mevcut kavram yanılgılarının belirlenmesi ve (c) kavramsal anlama testi için madde yazılması-geliştirilmesi, (d) analizlerin yapılması şeklinde dört temel aşama izlenmiştir.

2.1. Çalışma Grubu

Geliştirilen Işığın Madde ile Etkileşimi Kavram Testi ’ne ilişkin geçerlik, güvenirlik çalışmalarını ve Rasch modeliyle analiz etmek üzere söz konusu testin 2022-2023 öğretim yılı güz döneminde İzmir ilinde bulunan MEB’e bağlı resmi ortaokullar içerisinde uygun örnekleme ile seçilen iki ortaokulda uygulaması gerçekleştirilmiştir. Uygun örnekleme, ulaşılabilir ve maksimum tasarruf sağlayacak şekilde zaman, para ve iş gücü kaybı oluşturmadan ihtiyaç duyulan büyüklükteki gruba ulaşmaya imkan vermektedir (Büyüköztürk vd., 2013). Bu nedenle araştırmada MEB uygulama izni doğrultusunda İzmir ili içinde bulunan ulaşılabilir ve uygun okullarda uygulama yapılmıştır. Örneklem büyüklüğünü belirlenirken soruların açık uçlu olması nedeniyle araştırmacının amacına ve sahip olunan olanaklara göre karar verilmiştir. Bu

okullarda öğrenim gören 114 öğrenciye uygulama yapılmıştır. Testten toplanan verilerden kayıp veri bulunan testler araştırmaya dahil edilmemiş toplam 87 test değerlendirmeye dahil edilmiştir. Yedinci (n=44) ve sekizinci (n=43) sınıf öğrencilerine uygulanan test analize dahil edilmiştir. Etik ilkelere bağlı kalındığı için öğrencilerin cinsiyet vb. gibi bilgileri ele alınmamıştır.

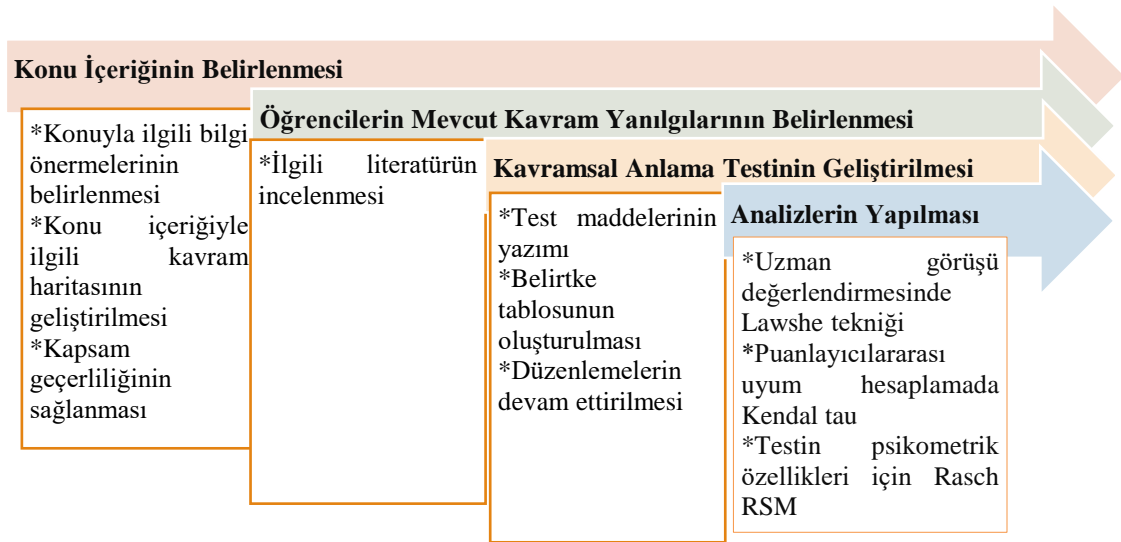
2.2. Veri Toplama Aracı

Çalışmada ortaokul öğrencilerinin ışığın madde ile etkileşimi konusu kapsamında kavramsal anlama düzeylerini belirleme amacıyla “Işığın Madde ile Etkileşimi Kavramsal Anlama Testi” geliştirilmiştir. Testte Bloom taksonomisinde yer alan boyutlara uygun soru yazımı benimsenmiştir.

Kavramsal anlama testi geliştirme basamakları (Baykul, 2015; Crocker & Algina, 1986; Treagust, 1988) çalışmaları incelenerek bir uyarlama gerçekleştirilmiştir. Kavramsal anlama testinin geliştirilmesi bağlamında bu uyarlamada; (a) konu içeriğinin saptanması, (b) öğrencilerin mevcut kavram yanılgılarının belirlenmesi ve (c) kavramsal anlama testi için madde yazılması-geliştirilmesi, (d) analizlerin yapılması şeklinde dört temel aşama izlenmiştir. Kavramsal anlama testi geliştirilmesinde Şekil 1’de verilen aşamalar izlenmiştir.

Şekil 1.

Kavramsal Anlama Testinin Geliştirilme Aşamaları



2.2.1 Konu İçeriğinin Belirlenmesi

a) Konuyla İlgili Bilgi Önermelerinin Belirlenmesi

Ulusal ve uluslararası araştırmalar incelenip ışık konusu ile ilgili önermeler yazılmıştır.

b) Konu İçeriğiyle İlgili Kavram Haritasının Geliştirilmesi

Kavram testinin ön çalışmalarından biri de kavram haritalarının oluşturulmasıdır. Bu adım ile kavramlar arasındaki bağlantıların ve ilişkilerin bütüncül bir şekilde kuş bakışı görünümü sağlanmaktadır. Araştırmanın doğasına uygun olarak kavram haritası geliştirilen testin iç tutarlılığını sağlamada ve artırmada da önemlidir.

c) Kapsam Geçerliliğinin Sağlanması

Önermeler ve kavram haritaları ile ilgili fen eğitimi alan uzmanlarının görüşleri doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu adım testin kapsam geçerliğini sağlama amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2.2.2 Öğrencilerin Mevcut Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi

a) İlgili Literatürün İncelenmesi

Bireylerin ışık konusuna yönelik alanyazında oldukça fazla alternatif kavrama yer almaktadır. Bu adımda bireylerde bulunan alternatif kavramalar derlenmiştir. Bu derleme soru yazımında rehber olarak kullanılmıştır. Alan yazından elde edilen kavram yanılgıları Ek 1’de yer almaktadır.

2.2.3 Testin Geliştirilmesi

a) Açık Uçlu Test Maddelerinin Geliştirilmesi

Bazı araştırmacılar çoktan seçmeli soruların yüzeysel öğrenmeye yönlendirdiği ve öğrenilenlerin ölçülmesinde yetersiz kalması nedeniyle öğrencilerin alternatif kavramalarının tam olarak tespit edilmesine izin vermediğine dikkat çekmektedir. Testin geliştirilmesinin bu aşamasında, alanyazında yer alan alternatif kavramalara da dikkat edilerek açık uçlu maddeler yazılmıştır. Her açık uçlu sorudan sonra açıklamasını yazmaları özellikle belirtilerek doğru cevabının gerekçesi de istenmiştir.

Uygulamadan önce açık uçlu teste maddeleri için problem durumu (bilgi) ve madde kökü 10 fen eğitimi alan uzman görüşü ile ifade netliği ve bilimsel uygunluğunun sağlanması hedeflenmiştir. Uzman görüş formundan bir soru örneği Ek 2’de yer almaktadır. Alınan görüşler doğrultusunda testteki bazı maddelerin problem durumu (bilgi) kısmı bazılarının soru kökleri yeniden düzenlenmiş, bazıları ise testten çıkarılmıştır. Ardından test dil kontrolü için beş Türkçe alan uzmanından görüş alınmıştır. Dönütlere yönelik düzenlemeler yapılmıştır.

b) Belirtke Tablosunun Oluşturulması

Bu adımda geliştirilen açık uçlu sorulardan oluşan 7. sınıftaki ‘ışığın madde ile etkileşimi’ ünitesine yönelik kavramsal anlama testindeki her bir sorunun ait olduğu konu ve kazanımın yer aldığı belirtke tablosu (Ek 3) hazırlanmıştır. Bunun yanında test maddelerinin yenilenen Bloom taksonomisi boyutlarına göre dağılımı Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1.

Kavramsal Anlama Testindeki Soruların Yenilenen Bloom Taksonomisine Yönelik Dağılımı

Bilgi Boyutu	Bilişsel Süreç Boyutu					
	Hatırlama	Anlama	Uygulama	Çözümleme	Değerlendirme	Yeniden oluşturma/Yaratma
Olgusal						
Kavramsal		5, 10, 11, 12, 15				
İşlemsel		1, 3, 4, 8, 13, 14				
Üstbilişsel				7	9	6

c) Düzenlemelerin Devam Ettirilmesi

Geliştirilen kavramsal anlama testi bir örnekleme uygulanmıştır. Uygulama sonucunda test değerlendirilmiş ve analizleri yapılmıştır.

2.3. Verilerin Analizi

Açık uçlu soruların değerlendirilmesinde puanlayıcı kaynaklı durumların önüne geçme ve puanlamayı öznellikten kurtarıp objektif bir değerlendirme sağlanması amacıyla değerlendirme anahtarı hazırlanmıştır. Bu kapsamda test değerlendirmede geçerli ve güvenilirliği yüksek hale getirilmeye çalışılmıştır. Ortaokul öğrencilerinin kavramsal anlama testindeki açık uçlu sorulara

verilen nitel cevapların nicelleştirilmesinde Abraham vd. (1992) ve Karakaya (2022) çalışmalarında önerilen dereceli puanlama anahtarlarından faydalanılmış ve uyarlama yapılmıştır. Değerlendirme-puanlama anahtarında boş, yanlış ve diğer yanıtlar (0 puan), özel alternatif kavram içeren kabul edilemez cevaplar (1 puan), bilimsel olarak kısmen doğru kabul edilebilecek cevaplar (2 puan) ve bilimsel olarak doğru kabul edilen cevaplar (3 puan) olarak değerlendirilmiştir. Soru bazında her puan kategorisine örnek cevaplara dereceli puanlama anahtarında yer verilmiştir. Geliştirilen kavramsal anlama testinin görünüş geçerliği bağlamında anlaşılabilirlik ve açıklığının ortaya konulması amacıyla ortaokul öğrencilerinden, fen eğitimcisi alan uzmanlarından ve Türkçe eğitimi alan uzmanlarından görüş alınmıştır. Görüşler ve öneriler doğrultusunda düzenlemeler yapılmıştır. Testin kapsam geçerliğinin sağlanmasında 10 alan uzmanı fen eğitimcisinden ‘Uzman Görüş Formu’ kullanılarak uzman görüşü alınmıştır. Uzman görüşlerine yönelik değerlendirmede Lawshe tekniği kullanılmıştır. Güvenirlik analizleri kapsamında uygulamalardan sonra kavramsal anlama testleri iki puanlayıcı tarafından puanlanmıştır. Puanlayıcılar arası uyumun (interrater) hesaplamasında Kendal tau katsayısı kullanılmıştır. Kavramsal anlama testinin psikometrik özellikleri ise Rasch modellerinden olan Dereceleme Ölçeği Modeli ile hesaplanmıştır. Araştırmada testin doğası, soru ve puanlama yapısına uygunluğundan dolayı Rasch Dereceleme Ölçeği Modeli (Rasch RSM) kullanımına karar verilmiştir.

BULGULAR

3.1. Görünüş Geçerliği ve İçerik (Kapsam) Geçerliği

Kavramsal anlama testinin görünüş geçerliği bağlamında, soruların Türkçe cümle yapısına uygunluğu, anlaşılabilirlik ve açıklığının incelenmesi açısından beş alan uzmanı Türkçe öğretimi elemanından ve üç alan uzmanı fen eğitimcisinden uzman görüşü ve düzeltme önerileri alınmıştır. Ayrıca dört (iki 7.sınıf, iki 8.sınıf) ortaokul öğrencisi ile soruların anlaşılabilirliğine dair görüşme gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda test maddelerinde düzenlemeler yapılmıştır.

Kavramsal anlama testinin kapsam geçerliliğinin sağlanmasında alan uzmanı 10 öğretim elemanının (fen eğitimcisi) görüşlerine başvurulmuştur. Uzmanlar kavramsal anlama testinin tamamına yönelik ‘Işığın Madde ile Etkileşimi’ ünitesinin içerisinde yer alan temel kavramların tümüne yönelik olup olmadığı, ünite kazanımlarını kapsamaması ve test maddelerinin Bloom taksonomisinin boyutlarına uygunluğu konusunda görüş belirtmişlerdir. Bu amaçla Uzman Görüş Formu kullanılmıştır. Alınan uzman görüşlerine yönelik değerlendirmede Lawshe tekniği kullanılmıştır. Lawshe tekniğinde görüş alınan her uzman, görüşü istenilen her boyut için boyutun gerekli olup olmadığını ya da performansı ölçüp ölçmediği konusunda karar vermelidir (Yeşilyurt & Çapraz, 2018). Kapsam geçerlik oranı (KGO) bir boyuta yönelik ‘gerekli/uygun’ görüşünde olan uzman sayısının, ilgili boyuta yönelik görüş belirten toplam uzman sayısının yarısına oranının 1 eksiğinin alınması ile hesaplanmaktadır. KGO

$$KGO = \left[\frac{\text{uygun cevabı veren uzman sayısı}}{\frac{\text{toplam uzman sayısı}}{2}} - 1 \right]$$

formülüne uygun olarak hesaplanmıştır. Tüm uzmanların uygun olarak kabul ettiği maddenin kapsam geçerliği tesadüfiliği ortadan kaldırmak için .99 olarak hesaplanmaktadır. KGO'nun istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını yorumlamada Veneziano ve Hooper (1997) değerleri kullanılmıştır. 10 uzmanın yer aldığı değerlendirme sürecinde kapsam geçerliği ölçütü .62 olarak değerlendirilmektedir (Yurdağül, 2005). Bu bağlamda kavramsal anlama testine ilişkin ilgili konu alanına uygunluk için .98; kazanımlara uygunluk için .90; bilgi süreç boyutu uygunluk için .77 ve bilişsel süreç boyutuna uygunluk için .72 kapsam geçerlik oranı tespit edilmiştir. Sonuç

olarak 7. sınıftaki 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesini kapsayan geçerliği sağlanmış bir kavram testidir.

3.2. Puanlayıcılar Arası Güvenirlik

Testin uygulamasından sonra iki uzman test kağıtlarını değerlendirmiştir. Puanlayıcılar arası uyum yüzdesinin hesaplanmasında ikinci puanlayıcının tüm cevap kağıtlarını değerlendirmesi yerine alanyazında farklı ifadeler yer almaktadır. Park ve Liu (2016) çalışmasında test kağıtlarının rastgele seçilen %10'u (öğrencilerin yanıtlarının %10'u) ikinci puanlayıcı tarafından değerlendirilmektedir. Arnold vd. (2018) çalışmasında ise öğrenci cevaplarının %15'i ikinci bağımsız puanlayıcı tarafından değerlendirilmiştir. Bu çalışmada da test kağıtlarında öğrenci cevaplarının %15'i ikinci puanlayıcı tarafından puanlanmıştır. Performansın değerlendirilmesinde ya da açık uçlu soruların değerlendirilmesinde puanlama anahtarları kullanımında puanlayıcılar önemli hata kaynağı sayılmaktadırlar (Bıkmaz Bilgen & Doğan, 2017). Puanlayıcılardan kaynaklanan güvenirlilik kestirimlerini belirlemek için teknikler önerilmiştir. Kavramsal anlama testinde puanlayıcılar arası (interrater) uyumu hesaplamada Kendal tau katsayısı kullanılmıştır (Kraska-Miller, 2013). Uyum derecesinin değeri 0-1 aralığında ve 1'e yaklaştıkça uyumun arttığını gösterir (Can, 2014). Puanlayıcılar arası uyum istatistiksel olarak anlamlıdır ($w=.99, p<.01$).

3.3. Rasch Modeli

Kavramsal anlama testi geliştirme analizlerinde Rasch Dereceleme Ölçeği Modeli (Rasch RSM) modeli (3.74.0 Winsteps) kullanılmıştır (Linacre, 2012). Rasch RSM modeli, geliştirilen testin dereceli puanlama anahtarının sıralı çok kategorili olmasından dolayı kullanılmasının uygun olacağına karar verilmiştir. Araştırmada geliştirilen kavramsal anlama testinin geçerlik ve güvenirliliğine yönelik model veri uyumunu, madde güçlük düzeyi ve güvenirlilik endeksleri (kişi güvenirliliği, madde güvenirliliği) gibi istatistikler Dereceleme ölçeği modeli ile hesaplanmıştır. Kavramsal anlama testinin geçerliğinin değerlendirilmesinin yollarından biri uyum geçerliğidir (Baghaei, 2008; Boone, 2017). Dereceleme ölçeği modeli, maddelerin/öğelerin modele ne ölçüde uyduğunu Rasch madde uyum istatistikleri ile değerlendirme imkânı vermektedir (Arnold vd., 2018). Öğeler uygun olduğunda tek bir özelliği tanımlayan bir testin kanıtı ortaya koyulmuş olmaktadır (Boone vd., 2014). Analiz sonucunda her madde/birey için tek tek raporlanmış şekilde verilen PTMA (point-measure-correlation) değerleri ile madde ve bireylerin ölçülmek istenen yapı ile ilişkisi yorumlanabilmektedir (Bond & Fox, 2015). Rasch modelinde bireyin ölçülen özellik düzeyi (bu araştırma için kavramsal anlama düzeyi) arttıkça doğru cevap verme olasılığının da artacağı varsayılmaktadır. Sözü edilen varsayımın maddeler için doğruluğu PTMA değeri ile yorumlanır (Linacre, 2012). Rasch modelinde raporlanan bir diğer değer PTMA-E (Point-Measure-Correlation-Expected) ise bireylerin bir maddeye verdiği cevabın model-veri tam uyumlu olduğu durumda beklenen korelasyon değerini ifade etmektedir. Gözlenen değer ile beklenen değer arasındaki durum yorumlanmaktadır. Gözlenen değer beklenen değerden küçük olduğu durumda performansı düşük ve yüksek bireyleri az ayırttığı; gözlenen değer beklenen değerden büyük olduğu durumda bireyleri fazla ayırttığı ve beklenen değer sıfıra yakın ise maddenin çok kolay ya da zor olduğunu, amaca hizmet etmediği ifade edilmektedir (Linacre, 2012).

Rasch analizi, her bir öğenin altta yatan yapıya ne kadar iyi uyduğunu gösteren öge uyum istatistikleri sunmaktadır (Bond & Fox, 2015). Madde uyum istatistikleri, ortalama kare kalıntısını (MNSQ) ve Rasch analizinde, ki-kare istatistikleri ile iç uyum (MNSQ Item Infit) ve dış uyum (MNSQ Item Outfit) değerleri (Masters & Wright, 1984) veri setinin modelin gereksinimlerini ne kadar sağladığını göstermek için sunulmaktadır. Kavramsal anlama testinde iç uyum ve dış uyum istatistiklerinin 1'den büyük olması durumunu yetersiz uyum; 1'den küçük olması durumu ise aşırı uyum olduğunu şeklinde yorumlanmaktadır (Bond & Fox, 2015; Wilkerson & Lang, 2007). Kabul edilebilir uyum için yaygın olarak kullanılan kriter aralığı Infit ve Outfit MNSQ değeri için, .7-1.3 aralığında olarak ifade edilmekte ve örneklem büyüklüğü çok olmadığında ise Infit

and Outfit ZSTD -2.0 ile $+2.0$ aralığında kabul edilmektedir (Park & Liu, 2016). Standartlaştırılmış iç uyum (ZSTD in) ve standartlaştırılmış dış uyum (ZSTD out) olarak normalleştirilmiş versiyonları da Rasch analizi raporlarında yer almaktadır (Bond & Fox, 2015). Z değeri negatif ise beklenenden daha az farklılaşma, pozitif ise beklenen değerden daha fazla farklılaşma olduğunu bizlere göstermektedir (Bond & Fox, 2015). Bu özelliklerinden dolayı Rasch RSM (Andrich, 1978) kullanılmış olup ölçüm değeri infit-outfit değerleri yorumlanarak nihai teste madde seçilmiştir.

3.4. Güvenilirlik

Geleneksel güvenilirlik (KTK) ham puanlar için hesaplanırken, Rasch güvenilirliği kişi yetenekleri ve öge zorlukları için hesaplanmaktadır (Sondergeld & Johnson, 2014). Rasch modelinde birey güvenilirliği ve madde güvenilirliği değerleri hesaplanmıştır. Birey güvenilirliği, klasik test kuramındaki test güvenilirliği gibi yorumlanabilmektedir. Madde güvenilirliğinin ise klasik test kuramında bir karşılığı bulunmamaktadır. Ayrıca Rasch analizinde Cronbach α değerleri de hesaplanmakta ve raporlanmıştır. Tablo 2’de Rasch RSM modeli hesaplanan kişi ölçüm değerleri yer almaktadır.

Tablo 2.

Ölçülen 87 Kişinin Özeti

	Toplam Puan	Madde Sayısı	Ölçüm	Standart Hata	İç-uyum Infit MNSQ	İç-uyum z ZSTD	Dış-uyum Outfit MNSQ	Dış-uyum z ZSTD
Ortalama	46.60	37.00	-.22	.19	1.05	.00	1.06	.10
S. s.	16.70	.00	.71	.09	.35	1.50	.45	1.30
Maks.	90.00	37.00	1.18	1.02	2.30	2.50	3.05	4.10
Min.	1.00	37.00	-4.37	.17	.34	-3.70	.36	-2.80
Gerçek Rmse .23		Gerçek SS 1.26		Ayrışma 2.90		Kişi Güvenirlik 0.89		
Model Rmse .22		Gerçek SS 1.26		Ayrışma 3.16		Kişi Güvenirlik 0.91		
Kişi Ortalamasının Standart Hatası = .08								
Kişi Ham Puanlar ile Ölçüm Arasındaki Korelasyon = .92								
Cronbach Alfa (KR-20) Kişi Ham Puan Test Güvenirliği = .88								

Tablo 2’ye göre 87 katılımcı için gözlemlenen ortalama puan 46.60’tır. Kişi güvenilirlik değeri .91 olarak tespit edilmiştir. Kişi uyum istatistikleri 1’e yaklaştıkça ilgili verinin modele uyumlu olduğunu göstermektedir. Bunun yanında α güvenirlilik değeri .88’dir. Kişiye yönelik ayrışma değeri 2’den fazla ise (Linacre, 2012) kavramsal anlama düzeyleri farklı bireyleri güçlü şekilde ayırt etmektedir.

Tablo 3’te maddelere ait betimsel istatistiklere ve güvenilirlik değerlerine yer verilmektedir.

Tablo 3.

Madde Ölçüm Raporları

	Toplam Puan	Birey Sayısı	Ölçüm	Model s.h.	İç-uyum	İç-uyum z	Dış-uyum	Dış-uyum z
Ortalama	109.50	87.00	.00	.12	1.02	.10	1.06	.30
s. sd (S.S)	53.00	.00	.73	.03	.19	1.40	.24	1.20
Maks.	226.00	87.00	1.39	.20	1.38	2.80	1.87	3.20
Min.	28.00	87.00	-1.56	.10	.66	-3.60	.72	-2.00

Gerçek Rmse .13	Gerçek SS .71	Ayrışma 5.38	Madde Güvenirliği .97
Model Rmse .13	Gerçek SS .71	Ayrışma 5.66	Madde Güvenirliği .97
Madde Ortalamasının Standart Hatası = .13			
Madde Ham Puanlar ile Ölçüm Arasındaki Korelasyon =-1.00			

Tablo 3'teki maddelere yönelik ölçüm raporuna göre modele uyumlu olduğu görülmektedir [-2>MNSQ>2]. Madde güvenirlilik değeri .97'dir. Rasch modelinde madde güvenirlilik değeri 1'e yaklaştıkça madde güçlük düzeylerinin birbirinden farklılaşmaktadır (İlhan, 2016).

Tablo 4'de maddelere ait iç-uyum, dış-uyum ve RSM'de madde güçlüğüünün yorumlanmasında gösterge olan ölçüm değerleri verilmektedir.

Tablo 4.

Rasch Derecelendirme Ölçeği Modeli (Rasch RSM) Sonuçları

Madde	Ölçüm	İç-uyum Infit MNSQ	Dış-uyum Outfit MNSQ	PTMA	PTMA-E
m1	-.21	.93	1.51	.30	.43
m2	-.48	1.16	1.16	.48	.46
m3	-.09	.80	.97	.38	.41
m4	-.41	1.01	1.01	.39	.45
m5	-.30	.73	.79	.45	.44
m6	-.26	.66	.72	.46	.43
m7	-1.56	1.14	1.11	.51	.53
m8	-1.54	1.26	1.87	.42	.53
m9	.02	.92	1.02	.31	.40
m10	.11	.99	.99	.41	.39
m11	-.10	.85	.85	.43	.41
m12	.08	.86	.87	.43	.39
m13	-.21	1.06	1.03	.41	.43
m14	-1.38	1.14	1.05	.54	.53
m15	-1.05	1.15	1.05	.49	.51
m16	-.20	.99	.98	.44	.43
m17	-.35	1.33	1.53	.39	.45
m18	-.24	1.09	1.07	.42	.43
m19	.02	.79	.80	.34	.25
m20	-.06	.85	.86	.35	.41
m21	-.14	1.13	1.24	.26	.42
m22	-.73	1.25	1.18	.50	.49
m23	-.15	1.09	1.05	.47	.42
m24	-.51	1.17	1.31	.47	.46
m25	-.36	1.26	1.35	.42	.45
m26	.66	1.16	1.04	.36	.32
m27	.29	.85	.85	.43	.41
m28	.43	.92	.86	.39	.35
m29	.72	.90	.95	.37	.31
m30	.66	1.15	1.20	.33	.32
m31	.59	1.22	.99	.46	.33
m32	1.39	1.18	1.08	.35	.23
m33	.89	1.26	1.33	.29	.29
m34	.96	1.38	1.20	.37	.28
m35	1.15	.79	.88	.33	.26
m36	1.15	.72	.72	.40	.26
m37	1.22	.77	.80	.34	.25

Tablo 4'te yer alan değerlerin incelenmesi sonucunda MNSQ değerleri .7-1.3 aralığı dışında olması nedeniyle testten m6, m8, m17 maddeleri modelle uyumlu olmadığı görülmektedir. Rash modeline uyumlu olmayan üç madde testten çıkarılmıştır. Gözlenen değer (PTMA) ile beklenen değer (PTMA-E) arasındaki fark yorumlandığında m1, m4, m9, m20, m21 maddelerinin performansı düşük ve yüksek bireyleri az ayırttığı; m12, m19, m23, m29, m31, m32, m33, m34, m36, m37 maddelerinin bireyleri fazla ayırttığı görülmektedir (Linacre, 2012). Bu maddelerin çıkarılmasıyla 19 maddelik bir nihai test oluşturulmuştur.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Öğrencilerin alternatif kavramalarının tespit edilmesi öğrenme açısından önemlidir. Bu nedenle araştırmanın amacı, ortaokul öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerini belirlemek için 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesine yönelik kazanımlarla sınırlı geçerli ve güvenilir test geliştirmektir. Görünüş geçerliği için Türkçe ve fen eğitimi alan uzmanlarından alınan görüşler kapsamında sorularda düzenlemeler yapılmıştır. Ortaokul öğrencileri ile yapılan görüşmeler çerçevesinde soruların anlaşılabilirliğini artırmak için düzenlemeler yapılmıştır. Kapsam geçerliği, bir testin ölçmek istediği konuyla geliştirilen testte yer alan soruların o konu alanını ne kadar ölçtüğünün örtüşmesidir (Yeşilyurt & Çapraz, 2018). Kapsam geçerliği sağlanması noktasında gerçekleştirilen aşamada testteki ilgisiz sorular testten uzaklaştırılacaktır (Ayre & Scally, 2014). Testin kapsam geçerliğinin sağlanabilmesi için 10 fen eğitimi alan uzmanından uzman görüşü alınmıştır. Alınan uzman görüşlerinin değerlendirilmesinde Lawshe tekniği kullanılmıştır. Geliştirilen kavramsal anlama testinin görünüş geçerliği uzman görüşleriyle sağlanmıştır. Uzman sayısının yeterli sayıda olmasıyla (5-40 arası) hazırlanan test yüksek geçerliğe sahip olmaktadır (Wilson vd., 2012). Lawshe tekniğinin, objektif ve kesin sonuçlar vermektedir (Ayre & Scally, 2014; Wilson vd., 2012). Analizler sonucunda KGO; konu alanına uygunluk için .98; kazanımlara uygunluk için .90; bilgi süreç boyutu uygunluk için .77 ve bilişsel süreç boyutuna uygunluk için .72 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre testin KGO, Veneziano ve Hooper (1997) çalışmasında belirtilen değerlere göre yorumlanıp istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Testin güvenilirliğinin ortaya koyulması kapsamında puanlayıcılar arası uyum hesaplanmıştır. Puanlayıcılardan kaynaklanan güvenilirlik kestirimlerini belirlemek için Kendal tau katsayısı hesaplanmıştır (Kraska-Miller, 2013). Öğrencilerin kavramsal anlama testine verdikleri cevaplar için puanlayıcılar arası uyum istatistiksel açıdan anlamlıdır ($w=.99, p<.01$). Elde edilen değer, oldukça yüksek bir uyum olduğunu göstermektedir (Can, 2014). Sonuç olarak kavramsal anlama testinin 7. sınıf 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesinin tüm özelliklerini yansıttığı, belirtke tablosuna uygun olduğu, testin kapsam geçerliğinin oldukça yüksek düzeyde olduğu ve oldukça güvenilir bir test olduğu tespit edilmiştir.

Kavram testinin psikometrik özellikleri ise Rasch modeli ile analiz edilmiştir. Rasch analizi test aracı geliştirilmesi, güvenilirlik ve yapı geçerliği gibi özelliklerin incelenmesine imkan sağlayan analizler içermektedir. Birey güvenilirlik katsayısı .91 ve madde güvenilirlik katsayısı .97 ve cronbach α değeri ise .88 olarak bulunmuştur. Ölçüm değeri madde zorluk düzeyine (ölçülen özelliğe sahip oluş düzeyine) ilişkin bilgi verir (Linacre, 2012). Kabul edilebilir uyum için yaygın olarak kullanılan kriter aralığı Infit ve Outfit MNSQ değeri için, .7-1.3 aralığında olarak ifade edilmekte ve örneklem büyüklüğü çok olmadığında ise Infit and Outfit ZSTD -2.0 ile +2.0 aralığında kabul edilmektedir (Park & Liu, 2016). Araştırma verilerinde ZSTD değerleri tüm maddeler için -2 ve 2 aralığındadır. Örneklem büyüklüğü az olmasına rağmen geçerlik ve güvenilirliği daha yüksek bir test elde edilmesi istenmektedir. Test geliştirme araştırmasının bulguları ve madde özelliklerinin Rasch analiz sonuçlarının incelenmesi neticesinde üç maddenin Rasch modeline uyumlu olmadığı tespit edilmiştir. Bazı maddelerin modele uyumsuzluk göstermese de performansı yüksek ve düşük bireyleri az ya da fazla ayırttığı bulunmuş olup bu maddeler de testten çıkarılmıştır. Rasch analizi, geçerlik güvenilirlik noktasında olumsuz bir etki olmadan modelden çıkarılabilecek maddelerin belirlenmesine ve ölçekten çıkarılmasına izin

vermektedir (Brinthaup & Kang, 2014). Aynı özelliği ölçen maddelerden sadece bir tanesinin kalması kapsam geçerliği ve ayırt edicilik noktasında herhangi bir istatistiksel eksikliğe sebep olmamaktadır (Milliken vd., 2018). Toplam 19 maddelik bir nihai test oluşturulmuştur. Sonuç olarak geliştirilen testten alınan puanların geçerli ve güvenilir olduğu ortaya çıkmıştır.

Bulgular, Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesine (MEB, 2018) yönelik Kavramsal Anlama Testinin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerinin tespit edilmesi amacıyla kullanılabilir olduğunu gösterir. Bu çalışmanın sonuçlarının ülkemizdeki ortaokul öğrencilerinin Işığın Madde ile Etkileşimi konusunda kavramsal anlama düzeylerinin tespit edilmesine, yeni ölçme araçlarının geliştirilmesine ve bu alanda yapılacak yeni araştırmalara katkı sağlaması beklenmektedir. Ayrıca bu çalışmada detaylı bir şekilde yer verilen Rasch analizinin geliştirilecek testlerde kullanılması önerilmektedir. Bu kapsamda yapılacak diğer çalışmalara, bu araştırmanın rehber olacağı ve Rasch analizinin kullanımı ve yorumlanmasında yol göstereceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W., & Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 105-120. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290203>
- Akın Yılmaz, E. (2021). *Bağlam temelli öğrenme yaklaşımına göre geliştirilen rehber materyallerin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamaları üzerine etkisi: "aynalar ve ışığın soğurulması" örneği*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Giresun Üniversitesi.
- Akyıldız, S. (2020). Eğitim programı okuryazarlığı kavramının kavramsal yönden analizi: bir ölçek geliştirme çalışması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(73), 315-332. <https://doi.org/10.17755/esosder.554205>
- Alkış Küçükaydın, M. (2020). Fen eğitiminde kavram öğretimi konulu araştırmaların sistematik derleme yöntemiyle incelenmesi. *Ege Eğitim Dergisi*, 21(2), 36-56. <https://doi.org/10.12984/egeefd.746326>
- Andrich, D. (1978). A rating formulation for ordered response categories. *Psychometrika*, 43(4), 561-573. <https://doi.org/10.1007/BF02293814>
- Anıl, Ö., & Küçüközer, H. (2017). Ortaöğretim öğrencilerinin aynalar konusundaki kavramsal anlamalarının analizi. *Journal of Buca Education Faculty*, (43), 78-122. <https://dergipark.org.tr/en/pub/deubefd/issue/35767/399880>
- Arnold, J.C., Boone, W.J., Kremer, K., & Mayer, J. (2018). Assessment of competencies in scientific inquiry through the application of rasch measurement techniques. *Education Sciences*, 8(4), 184. <https://doi.org/10.3390/educsci8040184>
- Ayre, C., & Scally A. J. (2014). Critical values for Lawshe's content validity ratio: Revisiting the original methods of calculation. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 47(1), 79-86. <https://doi.org/10.1177/0748175613513>
- Bacanak, A., Değirmenci, S., & Karamustafaoğlu, O. (2012). Effectiveness of teaching light and sound with knowledge map. *International Journal of Physics and Chemistry Education*, 4(1), 55-64. <https://ijpce.org/index.php/IJPCE/article/view/93>
- Baghaei, P. (2008). The Rasch model as a construct validation tool. *Rasch Measurement Transaction*, 22(1), 1145-1146. <https://www.rasch.org/rmt/rmt221.pdf>

- Bakırcı, H., Artun, H., & Şenel, S. (2016). Ortak bilgi yapılandırma modeline dayalı fen öğretiminin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisi (gök cisimlerini tanıyalım). *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 514-543. <https://dergipark.org.tr/en/pub/yyuefd/issue/25853/272559>
- Baykul, Y. (2015). *Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik test teorisi ve uygulaması* (2. Baskı). Pegem Akademi.
- Bıkmaz Bilgen, Ö., & Doğan, N. (2017). Puanlayıcılar arası güvenilirlik belirleme tekniklerinin karşılaştırılması. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 8(1), 63-78. <https://doi.org/10.21031/epod.294847>
- Blizak, D., Chafiqi, F., & Kendil, D. (2009). Students misconceptions about light in Algeria. In *Education and Training in Optics and Photonics* (pp. EMA5). Optica Publishing Group. <https://doi.org/10.1364/ETOP.2009.EMA5>
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2015). *Applying the Rasch Model: Fundamental Measurement in the Human Sciences* (3rd ed.). L. Erlbaum.
- Boone, W. J. (2017). Rasch analysis for instrument development: why, when, and how?. *CBE-Life Sciences Education*, 15(4). <https://doi.org/10.1187/cbe.16-04-0148>
- Boone, W. J., & Scantlebury, K. (2006). The role of Rasch analysis when conducting science education research utilizing multiple-choice tests. *Science Education*, 90(2), 253-269. <https://doi.org/10.1002/sci.20106>
- Boone, W. J., Townsend, J. S., & Starver, J. (2010). Using Rasch theory to guide the practice of survey development and survey data analysis in science education and to inform science reform efforts: An exemplar utilizing STEBI self-efficacy data. *Science Education*, 95(2), 258-280. <https://doi.org/10.1002/sci.20413>
- Boone, W.J., Staver, J.R., & Yale, M.S. (2014). *Rasch analysis in the human sciences*. Springer Dordrecht.
- Brinthead, T.M., & Kang, M. (2014). Many-faceted rasch calibration: An example using the self-talk scale. *Assessment*, 21(2), 241-249. <https://doi.org/10.1177/1073191112446>
- Büyükköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Can, A. (2014). *Bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. Pegem Yayıncılık.
- Chu, H. E., Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2009). A stratified study of students' understanding of basic optics concepts in different contexts using two-tier multiple-choice items. *Research in Science & Technological Education*, 27(3), 253-265. <https://doi.org/10.1080/02635140903162553>
- Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. Harcourt Brace Jovanovich.
- Çepni, S. (Ed.). (2019). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi*. (14. Baskı). Pegem A Yayıncılık.
- Çetinkaya, M., & Taş, E. (2016). "Vücudumuzda sistemler" ünitesine yönelik üç aşamalı kavram tanı testi geliştirilmesi. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 6 (15), 317-330. <https://dergipark.org.tr/en/pub/odusobiad/issue/27575/290210>

- Çökelez, A., & Çiftçi Yaşar, S. (2015). 6. Sınıf öğrencilerinin 'görüntü kavramı' ile ilgili kavramsal öğrenmelerinin incelenmesi. *Electronic Turkish Studies*, 10(14), 159-180. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.8703>
- Duschl, R. A. (2012). The second-dimension crosscutting concepts: Understanding a framework for K-12 science education. *Science and Children*, 49(6), 10-14. https://static.nsta.org/ngss/resources/201202_Framework-Duschl.pdf
- Eggert, S., & Bogeholz, S. (2009). Students' use of decision-making strategies with regard to socioscientific issues: An application of the Rasch partial credit model. *Science Education*, 94(2), 230-258. <https://doi.org/10.1002/sce.20358>
- Erman, E. (2017). Factors contributing to students' misconceptions in learning covalent bonds. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(4), 520-537. <https://doi.org/10.1002/tea.21375>
- Feher, E., & Meyer, K. R. (1992). Children's conceptions of color. *Journal of research in Science Teaching*, 29(5), 505-520. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290506>
- Fetherstonhaugh, A. R. (1990). Misconceptions and light: A curriculum approach. *Research in Science Education*, 20, 105-113. <https://doi.org/10.1007/BF02620485>
- Galili, I., & Hazan, A. (2000). Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22(1), 57-88. <https://doi.org/10.1080/095006900290000>
- Haagen-Schützenhöfer, C. (2017). Students' conceptions on white light and implications for teaching and learning about colour. *Physics Education*, 52(4), 044003. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6552/aa6d9c>
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1993). Teaching with analogies: A case study in grade-10 optics. *Journal of research in science teaching*, 30(10), 1291-1307. <https://doi.org/10.1002/tea.3660301010>
- İlhan, M. (2016). A comparison of the results of many-facet Rasch analyses based on crossed and judge pair designs. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 16(2), 579-601. <https://doi.org/10.12738/estp.2016.2.0390>
- Kaewkhong, K., Mazzolini, A., Emarat, N., & Arayathanitkul, K. (2010). Thai high-school students' misconceptions about and models of light refraction through a planar surface. *Physics Education*, 45(1), 97-107. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9120/45/1/012>
- Kaltakçı Gürel, D., Eryılmaz, A., & McDermott, L. C. (2015). A review and comparison of diagnostic instruments to identify students' misconceptions in science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5), 989-1008. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a>
- Kaltakçı, D., & Eryılmaz, A. (2010). Sources of Optics Misconceptions. In G. Çakmakçı & M. F. Taşar (Eds.), *Contemporary Science Education Research: Learning and Assessment* (pp.13-16). Pegem Akademi.
- Karakaya, İ. (Ed.). (2022). *Açık uçlu soruların hazırlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi*. Pegem Akademi.
- Keleş, E., & Demirel, P. (2010). A study towards correcting student misconceptions related to the color issue in light unit with POE technique. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 3134-3139. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.477>

- Kocakulah, A., & Turan, A. (2019). Kavramsal değişim yaklaşımı ile ısı sıcaklık konusu öğretiminde beşinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (35), 1-17. <https://doi.org/10.30794/pausbed.438032>
- Kocakulah, A., & Demirci, N. (2010). Ortaöğretim öğrencilerinin görüntü ve düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin kavramsal anlamaları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(1), 141-162. <https://dergipark.org.tr/en/pub/balikesirnef/issue/3370/46523>
- Kraska-Miller, M. (2013). *Nonparametric statistics for social and behavioral sciences*. Chapman and Hall/CRC
- Lancor, R. A. (2014). Using student-generated analogies to investigate conceptions of energy: A multidisciplinary study. *International Journal of Science Education*, 36(1), 1-23. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.714512>
- Linacre, J. M. (2012). Winsteps rasch tutorials. <https://www.winsteps.com/tutorials.html>
- Liu, X. (2010). *Using and developing measurement instruments in science education: A Rasch modeling approach*. NC: Information Age.
- Masters, G.N., & Wright, B.D. (1984). The essential process in a family of measurement models. *Psychometrika*, 49, 529-544. <https://doi.org/10.1007/BF02302590>
- MEB (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. <http://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx>
- MEB (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Temel Eğitim Genel Müdürlüğü. <http://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx>
- Milliken, A., Ludlow, L., DeSanto-Madeya, S., & Grace, P. (2018). The development and psychometric validation of the ethical awareness scale. *Research Methodology: Instrument Development*, 74(8), 2005-2016. <https://doi.org/10.1111/jan.13688>
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: for states*. <http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards>
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Routledge. https://www.learntechlib.org/p/43512/article_43512.pdf
- Osborne, R. J., Bell, B. F., & Gilbert, J. K. (1983). Science teaching and children's views of the world. *European Journal of Science Education*, 5(1),1-14. <https://doi.org/10.1080/0140528830050101>
- Özden, B., & 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>
- Park, M., & Liu, X. (2016). Assessing understanding of the energy concept in different science disciplines. *Science Education*, 100(3),483-516. <https://doi.org/10.1002/sc.21211>

- Raftopoulos, A., Kalyfommatou, N., & Constantinou, C. P. (2005). The properties and the nature of light: The study of Newton's work and the teaching of optics. *Science & Education*, 14, 649-673. <https://doi.org/10.1007/s11191-004-5609-6>
- Schaal, S., Bogner, F. X., & Girwidz, R. (2010). Concept mapping assessment of media assisted learning in interdisciplinary science education. *Research in Science Education*, 40, 339-352. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9123-3>
- Smith III, J. P., Disessa, A. A., & Roschelle, J. (1994). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The journal of the Learning Sciences*, 3(2), 115-163. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0302_1
- Smith Jr, E. V., Conrad, K. M., Chang, K., & Piazza, J. (2002). An introduction to Rasch measurement for scale development and person assessment. *Journal of Nursing Measurement*, 10(3), 189-206. <https://doi.org/10.1891/jnum.10.3.189.52562>
- Sondergeld, T.A., & Johnson, C.C. (2014), Using rasch measurement for the development and use of affective assessments in science education research. *Science Education*, 98, 581-613. <https://doi.org/10.1002/sce.21118>
- Srisawasdi, N., & Kroothkeaw, S. (2014). Supporting students' conceptual development of light refraction by simulation-based open inquiry with dual-situated learning model. *Journal of Computers in Education*, 1, 49-79. <https://doi.org/10.1007/s40692-014-0005-y>
- Şahin Akyüz, S., & Çil, E. (2013). Işığın ana ve ara renklerinin modelle öğretimi. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 3(1), 1-11. <https://www.ated.info.tr/ojs-3.2.1-3/index.php/ated/article/view/73>
- Tortop, H., Bezir, N., Uzunkavak, M., & Özek, N. (2007). Dalgalar laboratuvarında, kavram yanlışlarını belirlemek için V-diyagramlarının kullanımı ve derse karşı geliştirilen tutuma olan etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(2), 110-115. <https://dergipark.org.tr/en/pub/sdufenbed/issue/20783/221802>
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169. <https://doi.org/10.1080/0950069880100204>
- Tyson, L., Treagust, D. F., & Bucat, R. B. (1999). The complexity of teaching and learning chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 554-558. <https://doi.org/10.1021/ed076p554>
- Uysal, M. G., & Bostan Sarioğlan, A. (2020). Teknoloji entegrasyonlu sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının ortaokul öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisi: Güneş tutulması örneği. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23(44), 863-885. <https://doi.org/10.31795/baunsobed.700943>
- Uzoğlu, M., Yıldız, A., Demir, Y., & Büyükkasap, E. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ışıkla ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesinde kavram karikatürlerinin ve açık uçlu soruların etkililiklerinin karşılaştırılması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 367-388. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kefad/issue/59473/854654>
- Ünal Çoban, G. (2009). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. sınıf ışık ünitesi örneği*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Valanides, N., & Angeli, C. (2008). Distributed cognition in a sixth-grade classroom: An attempt to overcome alternative conceptions about light and color. *Journal of Research on*

- Veneziano L., & Hooper J. (1997). A method for quantifying content validity of health-related questionnaires. *American Journal of Health Behavior*, 21(1), 67-70.
- Widarti, H. R., Permanasari, A., & Mulyani, S. (2016). Student misconception on redox titration (a challenge on the course implementation through cognitive dissonance based on the multiple representations). *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(1), 56-62. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i1.5790>
- Widiyatmoko, A., & Shimizu, K. (2018a). The development of two-tier multiple-choice test to assess students' conceptual understanding about light and optical instruments. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(4), 491-501. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i4.16591>
- Widiyatmoko, A., & Shimizu, K. (2018b). Literature review of factors contributing to students' misconceptions in light and optical instruments. *International Journal of Environmental and Science Education*, 13(10), 853-863. https://doi.org/10.14935/jssep.42.0_393
- Wilkerson, J.R., & Lang, W.S. (2007). *Assessing teacher competency: five standards-based steps to valid measurement using the caats model*. Corvin Press, A SAGE Publishing Company.
- Wilson, F. R., Pan, W., & Schumsky, D. A. (2012). Recalculation of the critical values for Lawshe's content validity ratio. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 45(3), 197-210. <https://doi.org/10.1177/07481756124402>
- Wood, L. C. (2012). *Conceptual change and science achievement related to a lesson sequence on acids and bases among African American alternative high school students: A teacher's practical arguments and the voice of the "other"*. [Unpublished phd thesis]. Wayne State University.
- Yeşilyurt, S., & Çapraz, C. (2018). Ölçek geliştirme çalışmalarında kullanılan kapsam geçerliği için bir yol haritası. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(1), 251-264. <https://doi.org/10.17556/erziefd.297741>
- Yurdagül, H. (2005). Ölçek geliştirme çalışmalarında kapsam geçerliği için kapsam geçerlik indekslerinin kullanılması. *XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi (28-30 Eylül Denizli)*, 1, 771-774. <https://yunus.hacettepe.edu.tr/~yurdugul/3/indir/PamukkaleBildiri.pdf>

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Concepts have an important place in science education. One of the objectives of this course is to enable students to understand the concepts. There are many abstract concepts in science teaching. Difficulty in concretizing abstract concepts in the teaching phase is a major obstacle in science teaching. This situation also prevents students from learning concepts. Another obstacle to concept learning is the wrong schemas that students have before. The fact that the schemas existing in students do not coincide with scientific truths and even contradict it, hinders the realization of learning. These false schemas are referred to as misconceptions (alternative conception). For permanent and meaningful learning to take place, it is necessary to reveal the existing schemas in the students. The concept of light and optics, which are important in terms of science education, are abstract concepts. Studies show that students have difficulty in perceiving this issue in a wide range from pre-school to post-university. In science teaching, care should be taken to identify existing or potential alternative conceptions in students and to avoid alternative

conceptions while teaching. In addition, it will be easier for researchers to collectively reveal the misconceptions existing in the literature in the conceptual understanding tests or alternative assessment and evaluation tools to be developed. Within the scope of identifying students' misconceptions about light, conceptual understanding tests were developed at different education levels (primary school, secondary school, high school, university, etc.). The tests developed consider the curriculum achievements. Changes in the subject scopes and achievements of the units in the program updates necessitated this research. Another important point that distinguishes this test from other tests is the analysis used in its development. In this study, the development of a conceptual understanding test to cover the topics and achievements for the 7th grade 'Interaction of Light with Matter' unit in the latest science curriculum (MEB, 2018) used today is an important point that distinguishes this research from another research. The Rasch method was used in the validity and reliability analyzes of the conceptual understanding test developed in this study. In this research, it is aimed to develop a conceptual understanding test for the 7th grade 'Interaction of Light with Matter' unit (MEB, 2018).

Method

This research is a test development study to determine the misconceptions of 7th grade students about the Interaction of Light with Matter unit. The sample of the research consists of seventh and eighth grade students studying in secondary schools affiliated to the Ministry of National Education in Izmir. The answers of a total of 87 participants were included in the analysis. The renewed Bloom's taxonomy was considered in the development of the conceptual understanding test. First, propositions were written based on the information in the national and international literature about the concept of Light. A concept map was created regarding the subject content. This situation increases the internal consistency of the conceptual understanding test developed. After the relevant literature review, students' misconceptions about the concept of light were used in the development of conceptual understanding test questions. Open-ended questions have been developed by some researchers because multiple-choice questions lead to surface learning and are insufficient in measuring what has been learned. A table of specifications was created for the developed test questions. In the evaluation of open-ended questions, an evaluation key was prepared to avoid rater-related situations and to save scoring from subjectivity and to provide an objective evaluation. To reveal the clarity and clarity of the conceptual understanding test in the context of face validity, opinions were obtained from secondary school students, science educators and Turkish education experts. Adjustments were made in line with the opinions and suggestions. Opinions of 10 science education experts were taken to ensure the content validity of the test. The Lawshe technique was used to evaluate expert opinions. Within the scope of reliability analysis, conceptual understanding tests were scored by two raters after the applications. Kendall tau coefficient was used in the calculation of inter-rater agreement. The psychometric properties of the conceptual understanding test were calculated with the Rating Scale Model (Rasch RSM), one of the Rasch models. The Rasch RSM model was preferred due to the nature of the test and its compatibility with the question and scoring structure.

Results and Discussion

The content and face validity of the conceptual understanding test was obtained with expert opinion. Coverage validity rate: The suitability for the relevant subject area was determined as .98, the suitability for the acquisitions as .90, the suitability for the information process dimension as .77 and the cognitive process dimension as .72. The revised questions according to expert opinions were applied to secondary school students. After the test application, 2 experts evaluated the test papers. Kendall tau value was found as .99 in the inter-expert agreement analysis ($w=.99$, $p<.01$). There is a statistically significant agreement between the evaluations of the experts. Rasch analysis provides fit statistics that show how well each item fits into the underlying structure. Individual reliability in the Rasch model can be interpreted as test reliability in classical test theory. In Rasch analysis, the person reliability value was .91, the Cronbach alpha reliability

coefficient was .88, and the item reliability value was .97. A high item reliability value in the Rasch model indicates that the difficulty levels of the items are different from each other. In the Rasch analysis, 3 items that were not compatible with the model were removed from the test in calculating the item difficulty value of the test. In addition, out of more than one question measuring the same outcome, 5 items that were found to under-differentiate individuals with low and high performance and 10 items that were found to be over-differentiated were excluded from the test.

Conclusion

The concept test, which was developed to determine the conceptual understanding of middle school students on the Interaction of Light with Matter, includes 19 items. As a result, the scores obtained from the developed test were found to be valid and reliable.

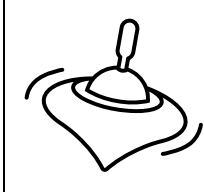

Ek 1. Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesi Konuları ile İlgili Literatürde Tespit Edilen Alternatif Kavramlar

Alternatif Kavramlar	Tespit Eden
<ul style="list-style-type: none"> Düzlem aynadaki görüntüde sağ-sol değişimi olur. Düzlem aynada görüntünün aynaya uzaklığı cismin aynaya olan uzaklığından daha büyüktür. Düzlem aynada görüntü aynanın önünde oluşur Düzlem aynada görüntü gerçektir. Sanal görüntü düzdür ve cisimle aynı boydadır. Görüntünün gerçek olduğu ters olmasından anlaşılır. Çukur aynalarda oluşan görüntüler gerçektir. 	Anıl ve Küçüközer (2017)
<ul style="list-style-type: none"> Görme olayı ışık ışınlarının cisimleri aydınlatmasıyla gerçekleşir. Görüntü oluşturmak için sadece aynaya ihtiyaç vardır. 	Çökelez ve Çiftçi-Yaşar (2015)
<ul style="list-style-type: none"> Aynada görüntü ters oluşur. Düzlem aynada görüntünün yeri eşit uzaklıkta ve önünde ya da aynanın üzerinde oluşur. Aynanın arkasında görüntü oluşmaz. Gerçek görüntüde aynaya baktığımızda kendimizi olduğumuz gibi görürüz. 	Kocakulah ve Demirci (2010)
<ul style="list-style-type: none"> Beyaz renk gözde ışın oluşturmaktadır bu yüzden görünür. Karanlık odada ayırt edici bir renk olan beyaz görülür. Kendi rengini yansıtan maddeler görülebilir. Açık renkli cisimler ışığı soğurduğundan karanlıkta görülürler. Beyaz tüm renkleri içinde barındırdığı için görülebilir. 	Uzoğlu vd. (2013)
<ul style="list-style-type: none"> Işık cismin rengini soğurur. Gökkuşağının oluşmasının nedeni; Güneş ışığının bulutlar üzerine düşmesi ile bulutlar prizma gibi davranır ve ışığı kırar ve yansıtır Hava yoğunluğunun değişmesi ile oluşur Yağmur damlalarının her birinin kırıcılık indisi farklı olmasından kaynaklanır Her ışığın yansıma ve kırılma açısı farklıdır Yağmur damlaları gökyüzünde yansır 	Bacanak vd. (2012)
<ul style="list-style-type: none"> Gökyüzü okyanustan yansıyan ışığın etkisiyle mavi görünür. Prizma ışığı renklendirir. 	Ünal Çoban (2009)

- Her nesne her zaman üzerine tutulan ışığın rengini alır. Valanides ve Angeli (2008)
- Cisimlerin renkleri cisme tutulan ışığın rengiyle aynı renkte görülür. Rengin ışıkla bir ilişkisi yoktur, nesnelere bir özelliğidir. Keleş ve Demirel (2010)
- Görüntü gözlemci olmasa bile her zaman aynada vardır. Galili ve Hazan (2000)
- Yarım mercek yarım görüntü oluşturur.
- Renk, ışıktan farklı olarak özel maddelerin karışımıdır.
- Değişik renkler karıştırıldığında renklerin ışıkları ayrı kalır.
- Renkli ışıkların karışımı koyu bir ışık oluşturur.
- Bir yüzeyde ışığın kırılması olayında gözden nesneye doğru düz bir çizgi halinde ışık ışını vardır. Kaewkhong vd. (2010)
- Az kırıcı ortamdan çok kırıcı bir ortama geçen ışık ışını normalden uzaklaşır.
- Işığın yayılması için hava gereklidir. Blizak vd. (2009)
- Işık hava olmayan bir ortamda yatay olarak gider.
- Görüntü aynanın yüzeyinde oluşur.
- Merceğin ortası görüntü oluşumunda etkindir.
- Işık havadan cama geçerken kırılmaz. Srisawasdi ve Kroothkeaw (2014)
- Bir sıvının içindeki kalemin kırık gibi görünmesi, ışık yansımaları nedeniyle olur.
- Gün ışığı, güneş ışığı ve beyaz ışık farklı ışıklardır. Haagen-Schützenhöfer, (2017)
- Güneş ışığı sarı renktedir. Feher & Meyer, (1992)
- Renkli ışık, nesnenin rengiyle karışır.
- Renkli ışık, nesneye rengini verir.
- Renkli ışık, nesnelere görünümü üzerinde hiçbir etkiye sahip değildir.
- Renklerin oluşmasında ışığın etkisi yoktur, cisimler boyandıkları renkte görünürler. Şahin Akyüz ve Çil, (2013)
- Cisimler soğurdukları ışığın renginde görünürler.
- Bütün renklerin birleşmesiyle siyah oluşur.
- Bütün renklerin soğurulmasıyla beyaz oluşur.
- Siyah ve beyaz bir renktir.
- Beyaz cisimlerin renksiz olmasıdır.
- Boyalarda birincil (ana) renkler; kırmızı, sarı ve mavidir.
- Kırmızı ve mavi boya birleşince magenta; kırmızı ve yeşil boya birleşince sarı; mavi ve yeşil boya birleşince cyan (camgöbeği) rengi oluşur.
- Işık renkleri ve boya renklerinde ana renkler aynıdır.
- Görüntü iki noktada oluşabilir. Fetherstonhaugh (1990)
- Işık aynanın üzerinde kalır.
- Işığın su gibi saydam ortamlara girip yön değiştirmesine yansıma denir. Tortop vd. (2007)

Ek 2. Örnek bir soru ve uzman görüş formu

SORU 6	GEREKLİ-UYGUN	GÖZDEN GEÇİR	ÇIKAR
Konu Alanı			
İlişkili Kazanım			
Maddenin Bilgi Boyutu			
Maddenin Bilimsel Süreç Boyutu			
AÇIKLAMA-ÖNERİ			

SORU 6	
Ders Adı: Fen Bilimleri Eğitimi	Sınıf düzeyi: 7. Sınıf
Ünite Adı: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu Adı: F.7.5.1. Işığın Soğurulması	
Kazanım: 7.5.1.3. Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansımaları ve soğurulmasıyla ilişkilendirir.	
Entegre Kazanım: F.3.5.1.1. Gözlemleri sonucunda görme olayının gerçekleşebilmesi için ışığın gerekli olduğu sonucunu çıkarır	
Maddenin Bilgi Boyutu: Üstbilgi Bilgisi	Maddenin Bilimsel Süreç Boyutu: Yaratma (Üretme)
Yanıtlama Süresi: 6 dk	
Problem Durumu (Bilgi)	
<p>7. Sınıf öğrencisi olan Rüzgar okulda 'Işığın Soğurulması' konusu işlenirken renkler ve cisimleri nasıl renkli gördüğümüz konusu ilgisini çekmiştir. Newton'un gerçekleştirdiği deneyden sonra öğretmeni Newton çarkından bahsetmiştir. Rüzgar eve gittiğinde fırıldak topacı hızlı dönebildiği için üst kısmını boya ile boyar ve Newton çarkına dönüştürür. Topacı boyarken öğretmenin anlattığı renkleri (kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, mor) kullanmıştır. Fakat topacı döndürdüğünde gördüğü renk öğretmenin söylediği renk değildir.</p>	
Madde Kökü	
A. Rüzgar hazırladığı Newton çarkını döndürdüğünde sizce hangi renk oluşur? İşaretleyiniz.	
	
<input type="checkbox"/> Beyaz	<input type="checkbox"/> Siyah
Bu cevabı vermenizin nedeni nedir? Açıklayınız.	
.....	
.....	
.....	
B. Rüzgar topacı döndürdüğünde üzerinde beyaz oluşturmak istemektedir. Bu durumda hangi renkleri kullanması gerekir?	
a) Kırmızı, Mavi, Yeşil	b) Kırmızı, Sarı, Mavi
c) Sarı, Cyan, Magenta	
Bu cevabı vermenizin nedeni nedir? Açıklayınız.	
.....	
.....	
.....	
C. Rüzgar topacı döndürdüğünde üzerinde siyah oluşturmak istemektedir. Bu durumda hangi renkleri kullanması gerekir?	
a) Kırmızı, Mavi, Yeşil	b) Kırmızı, Sarı, Mavi
c) Sarı, Cyan, Magenta	
Bu cevabı vermenizin nedeni nedir? Açıklayınız.	
.....	
Not: Bu sorunun C şıkkı uzman görüşleri ve analiz sonuçları doğrultusunda testten çıkarılmıştır. A şıkkında bulunan görselde ise 'Siyah' ibaresi uzman görüşleri doğrultusunda 'Gri' olarak değiştirilmiştir.	

Ek 3. Belirtke Tablosu

KAZANIMLAR		BİLİŞSEL ALAN (KAZANIMLAR)								
KONULAR		Hatırlama	Anlama	Uygulama	Çözümleme	Değerlendirme	Yaratma	SORU SAYISI	%	
		F.7.5.1. Işığın Soğurulması	7.5.1.1. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.		3, 4	2				3
7.5.1.2. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.			5					1	7,14	
7.5.1.3. Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansımaları ve soğurulmasıyla ilişkilendirir. <i>Renk filtrelerine girilmez.</i>			8		7		6	3	21,43	
7.5.1.4. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiye yenilikçi uygulamalarına örnekler verir. <i>Kaynakların etkili kullanımı bakımından güneş enerjisinin önemi vurgulanır.</i>										
7.5.1.5. Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin ürettiği fikirleri tartışır.						9		1	7,14	
F.7.5.2. Aynalar	7.5.2.1. Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir.									
	7.5.2.2. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır.	10,	11,	12				3	21,43	
	a. Özel ışınlarla görüntü çizimine girilmez. b. Matematiksel bağıntılara girilmez. c. Çukur aynada cismin görüntüsünün özelliklerinin (büyük / küçük, ters / düz) cismin aynaya olan uzaklığına göre değişebileceği belirtilir.									

F.7.5.3. Işığın Kırılması ve Mercekler	<p><i>a. Tam yansımaya ve prizmalarda kırılmaya girilmez.</i></p> <p><i>b. Snell (Kırılma) Yasası'na girilmez.</i></p>	13	1	7,14
	<p>7.5.3.2. Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler.</p>			
	<p>7.5.3.3. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler.</p> <p><i>a. Ormanlık alanlara bırakılan cam atıklarının yangın riski oluşturabileceğine değinilir.</i></p> <p><i>b. Özel ışınlarla görüntü çizimine girilmez.</i></p> <p><i>c. Matematiksel bağıntılara girilmez.</i></p> <p><i>ç. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktaları çizimle gösterilir.</i></p>	14	1	7,14
	<p>7.5.3.4. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojideki kullanım alanlarına örnekler verir.</p>	15	1	7,14
	<p>7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar.</p> <p><i>Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. İmkânlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir.</i></p>			
TOPLAM SORU SAYISI	10	1	1	1