

Elektrik Yükleri, Elektriklenme ve Elektrik Yüklü Cisimler Konularına Yönelik Kavram Testi Geliştirilmesi *

Development of a Concept Test for Electric Charges, Electrification, and Charged Objects Topics

Betül ŞİMŞEK¹, Çiğdem ŞAHİN ÇAKIR²

¹Giresun Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı,
simsek2827@gmail.com

²Giresun Üniversitesi/Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi
Eğitimi Anabilim Dalı, cigdem.sahin@giresun.edu.tr

Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/ Research Article

Makalenin Geliş Tarihi: 28.03.2024

Yayına Kabul Tarihi: 14.04.2025

ÖZ

Bu çalışmada, ortaokul 8. sınıf elektrik yükleri, elektriklenme ve elektrik yüklü cisimler konusuna yönelik iki aşamalı kavram testinin (EKAT) geliştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma; EKAT'ın amacının belirlenmesi, kapsamının belirlenmesi, uygulanması, verilerin analizi test geliştirme prosedürlerine göre yürütülmüştür. Araştırmanın örneklem grubunu, 2021-2022 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Konya ili Beyşehir ilçesinde dört ortaokulda öğrenim gören 100 8. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. EKAT'tın nihai halinde birinci aşaması çoktan seçmeli, ikinci aşaması açık uçlu olan 19 iki aşamalı soru bulunmaktadır. EKAT'ın birinci aşamasının güvenilirliği için KR-20 iç tutarlılık katsayısı 0,68, EKAT'ın birinci ve ikinci aşamasının güvenilirliği için Crobach Alpha iç tutarlılık katsayısı ise 0,88 olarak hesaplanmıştır. EKAT'ın kapsam geçerliği için uzman görüşleri alınmış ve yapı geçerliğini ortaya koymak için bağımsız örneklem için t testi analizi yapılmıştır. EKAT'ın birinci aşamasındaki maddelerin orta güçlükte ($p=0,54$) ve ortalama ayırt ediciliğinin ($d=0,44$) oldukça iyi olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada geliştirilen EKAT, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlarının belirlenmesinde kullanılabilir.

***Alıntılama:** Şimşek, B. ve Şahin Çakır, Ç. (2025). Elektrik yükleri, elektriklenme ve elektrik yüklü cisimler konularına yönelik kavram testi geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45(1), 47-85.

******Bu makale, Prof. Dr. Çiğdem Sahin Çakır danışmanlığında, Betül Şimşek'in yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Elektrik yükleri, Elektriklenme, İki aşamalı kavram testi, Test geliştirme, Kavram yanlışlığı.

ABSTRACT

In this study was aimed to develop a two-tier concept test on electric charges, charging, and charged objects (ECT) for 8th-grade middle school students. The test development process included defining the purpose and scope of ECT, implementation, and data analysis. The sample consisted of 100 8th-grade students from four middle schools in Beyşehir, Konya during the 2021–2022 spring term. The ECT consists of 19 two-tier items: multiple-choice (first tier) and open-ended (second tier). The KR-20 reliability coefficient for the first tier was 0.68, while the Cronbach's alpha for both tiers was 0.88. Content validity was ensured through expert reviews, and construct validity was examined using an independent samples t-test. The items had moderate difficulty ($p=0.54$) and good discrimination ($d=0.44$). The ECT can be used to identify students' misconceptions regarding electricity in middle school science education.

Keywords: Electrical charges, Electrification, Two-tier concept test, Development of a test, Misconceptions.

GİRİŞ

Bireyin kendi davranışlarından sorumlu olduğu yaşantısı yoluyla istendik değişimler meydana getirme sürecinde, eğitimde başarıyı belirleme ve ilerlemeyi değerlendirmek de bir gerekliliktir (Demirel, 2006). Eğitimde ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin öğrenme seviyelerini anlamak, öğretim yöntemlerini iyileştirmek ve eğitim programlarını geliştirmek için hayati bir süreçtir. Ölçme ve değerlendirme belirli amaçlar için yapılmaktadır. Bu amaçlar öğrencilerin başarı seviyelerini, öğrenme ile ilgili ihtiyaçlarını ve eksik olduğu noktaları ilgi ve yeteneklerini belirlemek şeklinde ifade edilebilir. Bu sebeple ölçme-değerlendirme etkinlikleri, eğitim-öğretim sürecinin temel unsurlarındandır (Kaşıkçı, Bolat, Değirmenci ve Karamustafaoğlu, 2015; Yeşilyurt, 2012). Ölçme, Hayatımızın sürekli bir değişim içinde olması ve insanoğlunun da bu değişimleri merak edip araştırarak gözlemlene ihtiyacından ortaya çıkan bir süreçtir. Ölçme, “İstatistiksel olarak birimlerin ilgilenilen özelliğe sahip olma derecesinin, belirli kural ve sembollere uyarak özellikle sayı ile eşleştirilmesi durumudur.” (Çömlekçi, 1989). Ölçümün doğru bir şekilde yapılabilmesi geçerlik ve güvenirlik bakımından iyi

bir şekilde kanıtlanmış bir ölçme aracına bağlıdır (Tekin Gürgen, 2008). Değerlendirme ise, ölçüm sonuçlarının belirlenen bir ölçüte göre değerlendirilerek sonuçlara anlam yüklenen bir süreçtir. Değerlendirme süreci sonucunda elde edilen yargının isabetliliği, ölçme sonucunun güvenilirlik, geçerlik düzeyine ve kullanılan ölçütün uygunluğuna bağlıdır.

Ölçme değerlendirme araçlarının amaçlarından birisi de öğrencilerin kavram yanlışlarını tespit etmektir (Bozdağ, 2017; Yumuşak, Maraş ve Şahin, 2016). Kavram yanlışlığı, bireyin kendi zihninde oluşturduğu algı, kavramın anlamıyla o kavramın bilimsel anlamının birbiriyle uymama durumu olarak ifade edilmektedir. Bu algı literatürde yanlış ifade etme ve kendiliğinden oluşmuş bilgiler şeklinde adlandırılmaktadır (Sarıkaya ve Akbaş, 2020). Ayrıca bu tür algılamalar, genellikle bilimsel kabulden farklı olarak ortaya çıkar ve literatürde kavram yanlışlığı, alternatif kavram, ön kavram veya doğal bilgi gibi çeşitli terimlerle tanımlanır (Yeşilyurt ve Gül, 2012). Kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla, birçok yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları; açık uçlu sorular (Koç ve Sönmez, 2019), kavramlar hakkında görüşme, olaylar durumlar hakkında görüşme, çizim tekniği, kavram haritaları (Şahin-Çakır ve Karslı-Baydere, 2022), Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) tekniği (White ve Gunstone, 1992), kavram karikatürleri (Arıkurt, 2014; Kurtoğlu-Güldalı ve Karslı-Baydere, 2023; Naylor ve Keogh, 2013; Şahin-Çakır, 2021), iki aşamalı kavram testi (Özer, 2019; Şahin ve Çepni, 2012; Varoğlu, Şen ve Yılmaz, 2020), üç aşamalı kavram testi (Çetinkaya ve Taş, 2016; De Gupita, Yanti ve Untoro, 2022; Elmas ve Pamuk, 2021) ve dört aşamalı testlerdir (Onder-Celikkanlı ve Tan, 2022; Taban ve Kiray, 2021). Literatürde kavram yanlışlığı belirleme araçlarından iki aşamalı kavram testleri sıklıkla kullanılmaktadır (Bozdağ, 2017; İpek Akbulut, Şahin ve Çepni, 2012; İpek Akbulut, Şahin ve Çepni, 2013; Karslı-Baydere ve Kır, 2021; Karslı-Baydere ve Kurtoğlu, 2020; Özer, 2019; Orduhan ve Şahin-Çakır, 2023; Şahin ve Çepni, 2011; Şahin, İpek Akbulut ve Çepni, 2012; Tan, Goh, Chia ve Treagust, 2002; Tan, Taber, Goh ve Chia, 2005; Varoğlu vd., 2020; Yumuşak, Maraş ve Şahin, 2016). İki aşamalı kavram testleri, iki aşamadan oluşur. İlk aşama çoktan seçmeli olup, ikinci aşamada testin ilk aşamasında verilen cevabın nedenini sorgulanmaktadır. (Chen, Lin ve Lin, 2002; Karataş,

Köse ve Coştu, 2003; Tan vd., 2005). İki aşamalı testler, çoktan seçmeli testlerin şans etkisini azaltarak, ölçmenin geçerlik ve güvenilirlik düzeyini artırmaktadır. İlk aşamada verilen cevabın nedeninin ikinci aşamada açıklanması öğrencilerden beklenmektedir. Böylece öğrencilerin ön bilgileri ve kavram yanlışları tespit edilebilir (Çakır ve Aldemir, 2011). Eğitim alanında iki aşamalı testlerin geliştirilmesi oldukça önemlidir (Şahin ve Çepni, 2011). Literatür incelendiğinde çeşitli fen kavramlarına yönelik iki aşamalı kavram testlerinin geliştirildiği görülmektedir. Örneğin; kaldırma kuvveti, yüzmeye batma ve basınç (Şahin ve Çepni, 2011), ampullerin bağlanma şekilleri (Karşı-Baydere ve Bülbül, 2021), asit-baz (Lukum, 2023; Tukiyo, 2023), mol (Siswaningsih, Firman ve Khoirunnisa, 2017), kimyasal bağlanma (Hasanah, 2023), ısı ve sıcaklık (Ayvacı ve Durmuş, 2016; Sunarno ve Istiyono, 2017), vücudumuzdaki sistemler (Ormancı ve Özcan, 2012), genetik kavramları (Çakır ve Aldemir, 2011), anyon katyon kavramları (Varoğlu vd., 2020), radyoaktivite konusu (Yumuşak vd., 2016), kimyasal denge (Yıldırım, Tepe, Kuş ve Biberoğlu, 2016), bileşikler (Özbayrak ve Kartal, 2012), ses ve özellikleri (Orduhan ve Şahin-Çakır, 2023), ışık (Nasir, Sunarno ve Rahmawati 2023) bazılarıdır.

Öğrencilerin öğrenme zorlukları yaşadıkları ve kavram yanlışlarının olduğu konulardan birisinin de elektrik yükleri, elektriklenme ve elektrik yüklü cisimler konusu olduğu dikkate alındığında (Aydın ve Özkara, 2011; Bar, Shirtz, Brosh, ve Sneider, 2019; Demirci, 2003; De Gupita vd., 2022; Dilber, 2010; Faizah vd., 2024; Furió, Guisasola ve Almudí, 2004; Stefanidou, Tsalapati, Ferentinou ve Skordoulis, 2019; Törnkvist, Pettersson, ve Tranströmer, 1993; Onder-Celikkanli ve Tan, 2022; Yıldız ve Küçüközer, 2017; Yıldız, 2011) bu konuyla ilgili kavram yanlışlarının tespit edilmesi için veri toplama araçlarının geliştirilmesi de kritik bir öneme sahiptir. Dilber (2010), 16-17 yaş aralığındaki lise öğrencilerinin statik elektrik ile ilgili kavram yanlışlarını tespit etmek için çoktan seçmeli testten faydalanmıştır. Yıldız (2011), elektriklenme, elektrik yükleri ve elektrik yüklü cisimler konusuna yönelik gerçekleştirdiği araştırmasında veri toplamak için açık uçlu sorulardan faydalanmıştır. Şekercioğlu (2011) araştırmasında üniversite düzeyinde elektrostatik konusunda çoktan seçmeli bir test geliştirmiştir. Hermita ve

diğerleri (2017) hizmet öncesi ilkokul öğretmenlerinin statik elektrik ile ilgili yanlış anlamalarını teşhis etmek için dört aşamalı test geliştirmişlerdir. Kaya (2020) elektrostatik konusunda yine üniversite öğrencilerine yönelik açık uçlu sorulardan oluşan bir kavram testi geliştirmiştir. De Gupita ve diğerleri (2022) statik ve dinamik elektrik ile ilgili lise öğrencilerine yönelik üç aşamalı bir test geliştirmiş ve öğrencilerin statik elektrik ile anlama düzeylerini belirlemiştir. Stefanidou ve diğerleri (2019), hizmet öncesi ilkokul öğretmenlerinin statik elektriği açıklamada karşılaştıkları başlıca zorlukları belirlemek için Fizik Laboratuvarı Dersinde gerçekleştirilen elektrostatik deneyler sonunda yazılan deney raporlarından faydalanmışlardır. Onder-Celikkanlı ve Tan, (2022) elektrik yük dengesizliği konusunda lise öğrencilerinin kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla dört aşamalı kavram yanlışlığı belirleme testi geliştirmiştir. Literatür incelemeleri sonucunda ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin seviyelerine uygun elektrik yükleri, elektriklenme ve elektrik yüklü cisimler konusyla ilgili iki aşamalı kavram testine rastlanılmamıştır. İki aşamalı kavram testlerinin öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenmesinde ve kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik yapılan uygulamaların etkililiğinin değerlendirilmesinde önemli bir veri toplama aracı olduğu göz önünde bulundurulduğunda, elektrik yükleri, elektriklenme ve elektrik yüklü cisimler konusunda ortaokul 8. sınıf öğrencilerine yönelik iki aşamalı kavram testinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda bu çalışmada, ortaokul 8. sınıf elektrik yükleri, elektriklenme ve elektrik yüklü cisimler konusuna yönelik geçerli ve güvenilir sonuçlar veren iki aşamalı kavram testinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada geliştirilen elektrik yükleri, elektriklenme ve elektrik yüklü cisimler konusu iki aşamalı kavram testinin literatürdeki bu boşluğu dolduracağına inanılmaktadır.

Belirtilen temel amaç doğrultusunda, araştırmanın problem cümlesi: ortaokul 8. sınıf düzeyinde elektrik yükleri, elektriklenme ve elektrik yüklü cisimler konularına yönelik geliştirilen kavram testi geçerli ve güvenilir sonuçlar veren bir test midir? şeklindedir.

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, ortaokul 8. sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (FBDÖP)’te yer alan 'elektrik yükleri, elektriklenme ve elektrik yüklü cisimler' konusuna yönelik iki aşamalı kavram testinin (EKAT) geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle araştırma iki aşamalı test geliştirme süreçlerine göre gerçekleştirilmiştir. Alan yazındaki çoğu araştırmada, iki aşamalı test geliştirme sürecinin genellikle “hazırlık, uygulama ve raporlama” olmak üzere üç temel aşamadan oluştuğu belirtilmiştir (Haslam ve Treagust, 1987; Kurtoğlu-Güldalı ve Karslı-Baydere, 2023; Peterson, Treagust ve Garnett, 1989; Şahin ve Çepni, 2011; Treagust, 1988). Bu araştırmada, öncelikle test sorularının hazırlanmasına odaklanılmış ardından pilot uygulama yapılmış, testin geçerlik ve güvenilirlik analizlerini içeren detaylı bir test geliştirme süreci izlenmiştir.

Örneklem

Bu araştırmanın evrenini 2021-2022 öğretim yılında Konya ilinde öğrenim görmekte olan ortaokul 8. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın ulaşılabilir evrenini ise Konya ili Beyşehir ilçesindeki sekizinci sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise, 2021-2022 öğretim yılında Konya ili Beyşehir ilçesinde dört farklı ortaokulda 8. sınıfta öğrenim gören 100 öğrenciden oluşmaktadır. Betimsel araştırmalarda genellikle örnekleme ulaşılabilir evrenin %10’u kadar katılımcının bulunması önerilir (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2011). Bu çalışmada da ulaşılabilir evrenin %10’u kadar katılımcının araştırmaya dahil olması hedeflenmiş ve katılımcı olarak 100 sekizinci sınıf öğrencisi araştırmaya dahil olmuştur. Araştırmanın örneklem grubu uygun örneklem yöntemine göre oluşturulmuştur. Uygun örnekleme yöntemi, araştırmacının en rahat ulaşabileceği bireyleri veya birimleri seçtiği bir yöntemdir. Literatürde "Convenience Sampling" olarak bilinen bu yöntem, zaman, maliyet ve iş gücü açısından avantaj sağladığından sıkça tercih edilmektedir (Canbazoglu Bilici, 2019). Tablo 1’de öğrencilerin demografik bilgileri sunulmuştur. Okul isimleri etik açıdan A, B,

C ve D şeklinde kodlanmıştır. Bu ortaokulların hepsi devlet ortaokulu olup, C Ortaokulu İmam Hatip Ortaokuludur.

Tablo 1. Araştırmanın Örneklemindeki Öğrencilerin Demografik Bilgileri

<i>Okul</i>	<i>Öğrenci sayısı</i>	<i>Kız öğrenci sayısı</i>	<i>Erkek öğrenci sayısı</i>	<i>Yüzde %</i>
A	28	19	9	28
B	37	18	19	37
C	19	6	13	19
D	16	9	7	16
Toplam	100	52	48	100

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada elde edilen veriler EKAT ile toplanmıştır.

EKAT'ın Geliştirilme Süreci

Araştırma süreci; EKAT'ın amacının belirlenmesi, kapsamının belirlenmesi, uygulanması, verilerin analizi test geliştirme adımları takip edilmiştir. Bu adımlar aşağıda sırasıyla detaylı bir şekilde sunulmuştur:

EKAT'ın Amacının Belirlenmesi

Bu araştırma kapsamında geliştirilen EKAT, 2018 FBDÖP'te, 8. sınıf “Elektrik Yükleri ve Elektrik Enerjisi/ Fiziksel Olaylar” isimli ünitenin “Elektrik Yükleri, Elektriklenme ve Elektrik Yüklü Cisimler” konularındaki kavramlarla ilgili öğrencilerin kavram yanılgılarının belirlenebilmesi amacıyla hazırlanmıştır.

EKAT'ın Kapsamının Belirlenmesi

EKAT'ın kapsamı belirlenirken 2018 FBDÖP'te yer alan ilgili üniteye ait bilgilerden faydalanılmıştır (Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2018). Elektrik yükleri ve elektrik enerjisi/fiziksel olaylar ünitesinde yer alan genel bilgiler Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Elektrik Yükleri ve Elektrik Enerjisi/ Fiziksel Olaylar Ünitesi Hakkında Genel Bilgiler

<i>Ünite Adı</i>	<i>Konu Alanı Adı</i>	<i>Kazanım Sayısı</i>	<i>Ders Saati</i>
“Elektrik Yükleri ve Elektrik Enerjisi/ Fiziksel Olaylar”	“Elektrik Yükleri ve Elektriklenme”	3	6
	“Elektrik Yüklü Cisimler”	2	8
Toplam		5	14

Tablo 2 incelendiğinde, elektrik yükleri ve elektriklenme ve elektrik yüklü cisimler konu alanına ait beş kazanım bulunmakta ve toplam 14 ders saati önerilmiştir. Elektrik yükleri ve elektriklenme, elektrik yüklü cisimler konusuna ait konular, önerilen süre, kazanımlar ve uyarılar Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Elektrik Yükleri ve Elektrik Enerjisi/ Fiziksel Olaylar Ünitesi Konular, Önerilen Süre, Kazanımlar ve Uyarılar Hakkında Genel Bilgiler (MEB, 2018)

<i>Konu/ Kavramlar</i>	<i>Önerilen Süre</i>	<i>Kazanım No</i>	<i>Uyarılar</i>
“F.8.7.1. Elektrik Yükleri ve Elektriklenme”	6	F.8.7.1.1. F.8.7.1.2. F.8.7.1.3.	-
“Elektrik Yükleri, elektrik yükleri arasındaki itme ve çekme kuvvetleri, elektriklenme çeşitleri”			
“F.8.7.2. Elektrik Yüklü Cisimler”	8	F.8.7.2.1. F.8.7.2.2.	“Özellikle nötr cismin, yüksüz cisim anlamına gelmediği; nötr cisimlerde pozitif ve negatif yük miktarlarının eşit olduğu vurgusu yapılır. Elektroskopun yük ölçümünde kullanıldığı belirtilir, çalışma prensibine girilmez.
“Pozitif yüklü cisim, negatif yüklü cisim, elektroskop, topraklama”			

-Topraklamanın günlük yaşam ve teknolojideki uygulamaları dikkate alınarak can ve mal güvenliği açısından önemine vurgu yapılır.” (MEB, 2018).

EKAT’ın soruları hazırlanırken 2018 FBDÖP’teki “elektrik yükleri ve elektrik enerjisi / fiziksel olaylar” ünitesinin kazanımları ve uyarıları dikkate alınmıştır. Ancak FBDÖP’teki “F.8.7.1.3. Deneyler yaparak elektrikleme çeşitlerini fark eder.” kazanımı geliştirilen iki aşamalı EKAT’ın birinci aşamasındaki çoktan seçmeli sorularla yoklanamayacağından bu kazanım araştırmacılar tarafından “F.8.7.1.3. Verilen deney tasarımı görsellerinden elektrikleme çeşitlerini yorumlar.” şeklinde uyarlanmıştır. Her kazanıma yönelik en az üç soru yazılmıştır. Pilot uygulama öncesinde üniteye 5 kazanıma yönelik olarak 22 tane iki aşamalı soru hazırlanmıştır. EKAT’ta yer alan sorulara ait belirtke tablosu Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. EKAT’ta Yer Alan Sorulara Ait Belirtke Tablosu

Bloom Taksonomi si BÖA Kazanım	Bilgi	Kavram	Uygulama	Analiz	Sentez	Değerlendirme	Soru sayısı
F.8.7.1.1.		1,2,3* 4*					4
F.8.7.1.2.	5			7	6		3
F.8.7.1.3.				9, 11	8, 10, 12*		5
F.8.7.2.1.	15	13, 18	14	17	16		6
F.8.7.2.2.		19, 22		20, 21			4
Toplam Soru sayısı	2	8	1	6	5	-	22

*EKAT'ın nihai halinde çıkartılan sorular, BÖA: Bilişsel Öğrenme Alanı

Tablo 4 incelendiğinde Bloom Taksonomisinin BÖA'nın değerlendirme basamağı hariç diğer basamaklarına yönelik sorular yazıldığı görülmektedir.

EKAT'ın sorularının birinci aşaması çoktan seçmeli olup, ikinci aşaması açık uçlu yapıda hazırlanmıştır. EKAT'ın ilk aşamasındaki sorular, dört seçenekli bir yapıya sahiptir. Soruların hazırlanmasında, ilgili kavramla ilişkilendirilen literatürde belirlenmiş kavram yanılgıları dikkate alınarak çeldiriciler oluşturulmuştur. Seçeneklerin üçünde kavram yanılgısı yer alırken, birinde doğru cevap bulunmaktadır. Bir soru örneği Şekil 1'de verilmiştir.

10) Aşağıda dört farklı topun elektrik yük dağılımı verilmiştir. Bu topların elektrik yükleri ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?



1. Top



2. Top



3. Top



4. Top

A) 1 numaralı cisim nötrdür.
 B) 3 numaralı cisim pozitif yüklüdür.
 C) 4 numaralı cisim pozitif yüklüdür.
 D) 2 numaralı cisim nötrdür.

Çünkü:

Şekil 1. EKAT'tan Bir Soru Örneği

Soruların içeriği, ilgili kavram ve kazanım doğrultusunda belirlenmiş olup, kavram yanılgılarının tespit edildiği literatür bilgisi Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. EKAT’ın Hitap Ettiği Kazanım Numaraları, Kavram Yanılgıları ve Literatür Bilgisi

Kazanım No	Kavram yanılgısı	Literatür
F.8.7.1.1.	“Şimşek, bulut ile yer arasındaki yük geçişidir.” “Yıldırım, iki yüklü bulut arasındaki enerji boşalmasıdır.” “Yıldırım, gökyüzünden yeryüzüne yük boşalmasıdır.” “Tanrı’nın ışık huzmesinden başka bir şey değildir. günahkarları cezalandırmak için yeryüzüne inen ışıktır.” “Lastik lastikler veya kauçuk tabanlı ayakkabılar yıldırımdan korur.” “Yıldırım asla aynı yere iki kez düşmez.” “Metal yıldırımı çeker.” “Cep telefonu yıldırımı çeker.” “Koşmak yıldırım düşme olasılığını azaltır.” “Uzun nesneler yıldırım için güvenlidir.” “Yıldırım kurbanına dokunmak tehlikelidir.”	(Aydın ve Özkara, 2011) (Mawla ve Sultana 2021; Mawla, Sultana ve Shiblee, 2022) (Mawla vd., 2022)
F.8.7.1.2.	“Yüklenmiş cisim sadece bir tip yüke sahiptir.” “Negatif yüklü ve nötr cisimler birbirini iter” “Sadece zıt yüklü olan cisimler birbirini çeker. Nötr ve yüklü cisimler birbirini çekmez” “Elektriklenen nesneler nötr nesneleri çekmez.”	(Demirci, 2003) (Yıldız ve Küçüközer, 2017) (Hermita vd., 2017)
F.8.7.1.3.	“Nötr bir cisim ile yüklü bir cisim birbirine dokundurulduğunda her ikisinin de nötr olur.” “Yüklü bir cisimle nötr bir cisim birbirine dokundurulursa her iki cisim de yük toplamının yarısı kadar fakat zıt yüklerle yüklenir.” “Yün kumaş negatif yüklü olduğu için negatif yükleri çubuğa verir. Plastik çubuktan pozitif yükler yün kumaşa geçer.” “Sürtünme ile elektriklenmeyi dokunma ile elektriklenme gibi düşünmektedirler.” “Yalıtkan cisimler elektriklenmez.” “Sürtünmeyle elektriklenmede her nesne negatif yükle yüklenir.”	(Furió vd., 2004). (Yıldız ve Küçüközer, 2017) (Yıldız, 2011) (Bar, vd., 2019) (Dilber, 2010)
F.8.7.2.1.	“Pozitif yükler hareket eder.” “Nötr cisimlerde yük yoktur.”	(Furió vd., 2004)

	“Nötr cisimler negatif yüklü farz edilebilir.” “Yüklenmiş cisim sadece bir tip yüke sahiptir.”	(Furió vd., 2004; Hermita vd., 2017) (Harrington, 1995) (Demirci ve Çirkinoğlu, 2004; Dilber, 2010)
F.8.7.2.2.	“Topraklama, elektriklenme çeşitlerinden biridir.” “Pozitif yüklü iletken cisim topraklandığında topraktan negatif yükleri çekerek negatif yükle yüklenir.”	(Kaya, Eryılmaz ve Akdeniz, 2014) (Yıldız ve Küçüközer, 2017)

EKAT’ın Uygulanması

EKAT uzman görüşleri ile düzenlendikten sonra pilot olarak 10 ortaokul 8. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Böylece EKAT’taki maddelerin öğrenciler tarafından anlaşılabilirliği ve okunabilirliği test edilmiştir. Öğrenciler EKAT’taki maddeleri anladıklarını ve okuyabildiklerini belirtmişlerdir. Pilot uygulamanın ardından EKAT 2021-2022 öğretim yılı bahar yarıyılında Konya ilinin Beyşehir ilçesindeki dört ortaokulda öğrenim görmekte olan 100 ortaokul 8. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Örneklem grubundaki 100 öğrenci 4 farklı okulda öğrenim gördüğü için, verilerin toplanması sürecinde ilgili okuldaki fen bilgisi öğretmeni ile görüşülmüş, tez araştırması ve EKAT hakkında bilgi verilmiştir. EKAT’ı sınıf ortamında ilgili sınıfın öğretmeni bir ders saatinde (40 dakika) uygulamıştır. Uygulama sonucunda EKAT’tan elde edilen sonuçların geçerli ve güvenilir olup olmadığını belirlemek için gerekli analizler yapılmış ve aşağıda ilgili başlık altında detaylı açıklamalara yer verilmiştir.

EKAT’ın Geçerliliği

EKAT’ın kapsam geçerliğini sağlamak için hazırlama aşamasında, soruların kazanımlara uygunluğu ve kazanımları kapsamaması hususunda bir fen eğitimi, bir fizik eğitimi alan uzmanın ve bir on yıllık mesleki deneyime sahip fen bilimleri öğretmenin görüşlerine başvurulmuştur. EKAT üzerinde düzenlemeler yapılmış ve son haline getirilmiştir. Ayrıca, EKAT’ın okunabilirliği ve anlaşılabilirliği konusunda bir Türkçe eğitimi uzmanının görüşü alınmıştır. Uzmanlardan gelen önerilere göre yapılan düzeltmeler şu

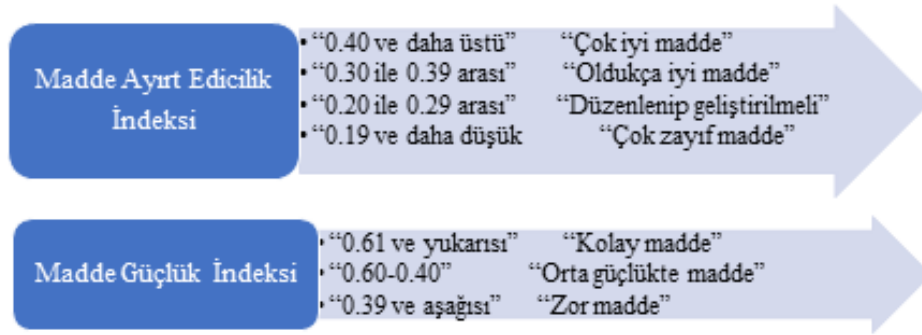
şekildedir: (1) Elektrik yükleri ile ilgili 17. sorunun orijinal versiyonunda görsel bulunmadığı için, poşetteki ekmek kırıntıları ve plastik kapta karabiber taneleri görseli eklenmiştir. (2) Topraklama sorusu ilk versiyonunda görsel içermiyordu. Uzmanların önerisi doğrultusunda, topraklama sorusuna görsel eklenerek düzeltme yapılmıştır. (3) Elektroskop sorusu, elektroskobun çalışma prensibi ile ilgili bir soru içermekteydi. Ancak, uzmanlar fen bilimleri öğretim programında elektroskobun çalışma prensibine girilmemesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle, ilgili düzeltmeler yapılmıştır. Bir testin yapı geçerliğini ortaya koyma yöntemlerinden birisi de hipotez testi tekniğidir (Büyüköztürk, 2012). Bu araştırmada geliştirilen EKAT'tan elde edilen sonuçların yapı geçerliğini ortaya koymak için alt ve üst grupların test puanlarının analizi hipotez testi tekniklerinden birisi olan bağımsız örneklem için t testi ile gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları “Bulgular” başlığı altında detaylı olarak sunulmuştur.

EKAT'ın Birinci Aşamasının Güvenirliği ve Madde Analizi

Geliştirilen EKAT'ın ilk aşaması, dört seçenekli maddelerden oluşmaktadır ve bu maddelerin güvenirliliği için verilerin analiz sürecinde, doğru cevaplara 1, yanlış veya boş cevaplara ise 0 puan verilerek, değerlendirme 22 puan üzerinden gerçekleştirilmiştir. EKAT'taki soruların güvenirlilik analizi için "Kuder-Richardson (KR-20) iç tutarlılık katsayısı" hesaplanmıştır. Madde güçlük indeksi, her bir maddenin doğru cevaplayanların oranını belirlemek için kullanılır ve 0 ile 1 arasında değer alır. Güçlük indeksinin 1'e yakın olması, sorunun kolay; 0'a yakın olması ise zor olduğunu gösterir (Gömlüksiz ve Erkan, 2010). Ayırt edicilik indeksi ise bilenle bilmeyen arasındaki farkı belirlemek için kullanılır. Şekil 1'de de görüldüğü üzere madde ayırt edicilik indeksi, -1 ile +1 arasında değer alır. 0.20- 0.29 arasında olan madde ayırt edicilik indeksine sahip maddelerin düzeltilmesi; 0.19 ve daha küçük değere sahip maddelerin ise testten çıkarılması gerekmektedir (Büyüköztürk, 2012). Madde analizleri için öğrencilerin EKAT'ın birinci aşamasından aldıkları puanlar, en yüksekten en düşüğe doğru sıralanmıştır. Üstten %27'lik kısım “üst grup”, alttan %27'lik kısım ise “alt grup” olarak tanımlanan grupların sorulara verdikleri cevaplardan madde analizi yapılmıştır. Maddelerin güçlük indeksi

değeri $p = (Dü + Da) / 2N^*$ ($N^* = \text{Tüm grubun \%27'sidir}$) formülünden, ayırt edicilik indeksi değeri ise $r = (Dü - Da) / N$ formülünden faydalanılarak hesaplanmıştır (Baykul, 2021; Gönen, Kocakaya ve Kocakaya, 2011).

Geliştirilen EKAT'ın birinci aşamasının madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri Şekil 2'deki bilgilere göre değerlendirilmiştir. Madde güçlük ve ayırt edicilik indekslerinin değerlendirilmesinde alan yazındaki test geliştirme çalışmalarındaki değerlendirme ölçütleri dikkate alınmıştır (Akbulut ve Çepni, 2013; Karslı ve Ayas, 2013; Orduhan ve Şahin-Çakır, 2023; Sontay ve Karamustafaoğlu, 2020).



Şekil 2. Madde Ayırt Edicilik ve Güçlük İndeksinin Değerlendirilmesi

EKAT'ın Birinci ve İkinci Aşamasının Güvenirlik Analizi

EKAT'ın maddelerinin ikinci aşaması açık uçlu olduğundan, ikinci aşamadan elde edilen veriler, Marek (1986)'ın olaylar ve durumlar hakkında görüşme verilerinin analizinde kullandığı kategorilere göre analiz edilmiştir. Kategoriler ve içeriği Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. EKAT'ın İkinci Aşamasından Edilen Verilerin Analizinde Kullanılan Kategoriler ve İçeriği

Kategoriler	İçeriği
Doğru anlama	Verilen cevaplar, belirlenen anahtar kavramların tamamını içermektedir.
Kısmen doğru anlama	Verilen cevaplar, belirlenen anahtar kavramların bir kısmını içermekte olup, tamamını içermeyebilir.
Kavram yanlış anlama	Verilen cevaplar, belirlenen anahtar kavramları mantıksız veya yanlış bir şekilde ifade etmektedir.
Anlamama/boş	Verilen cevaplar, boş bırakma, bilgi eksikliği, anlamama ya da sorunun tekrarı gibi durumlara işaret eden, ilgisiz veya belirsiz ifadeler içermektedir.

EKAT'taki 22 iki aşamalı maddenin açık uçlu ikinci aşamasından elde edilen verilerin analizinde, her bir madde için tam anlama kategorisinde değerlendirilecek anahtar kavramlar ve cevap anahtarı oluşturulmuştur. Cevap anahtarı ve anahtar kavramların uygunluğu ve bilimselliği için bir fen eğitimi ve bir fizik eğitimi alan uzmanın görüşlerine başvurulmuştur. Uzman görüşleri dikkate alınarak anahtar kavramlar ve cevap anahtarı düzenlendikten sonra analizler gerçekleştirilmiştir. Analiz sürecinde kullanılan bazı maddeler için hazırlanan anahtar kavramlar ve cevap anahtarı örnekleri Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. Tam Anlama Kategorisi için Anahtar Kavramlar ve Cevap Anahtarı Tablosu

Sorular	Anahtar Kavramlar	Cevap Anahtarı
1	“Yıldırım Şimşek, Doğa olayı, Elektriklenme, Elektron akışı”	“Yıldırım düşmesi ve şimşek olayının her ikisi de doğa olayıdır ve elektriklenme sonucunda yük fazlalığı oluşur. Yıldırım olayında yerden buluta ya da buluttan yere elektron akışı olur. Şimşek olayında da iki bulut arasında elektriklenme sonucunda elektron akışı gerçekleşir.”
4	“Zıt yük Sürtünme ile elektriklenme Saçı kazağın çekmesi”	“Sürtünme ile elektriklenmeden dolayı olmuştur kazak pozitif saç negatif yüklü yani birbirine zıt yükler olduğu için saç kazağın çekme olayı görülmüştür.”
11	“Pozitif Aynı yük İtme”	“A balonunda pozitif yük fazla olduğu için A balonu pozitif yüklüdür D balonu da aynı şekilde pozitif yük sayısı negatif yük sayısından fazla olduğu için D balonu da pozitif yüklüdür ve A ve D aynı yüklü yani pozitif yük olduğu için birbirini iter.”
16	“Elektrik yüklü cisim Toprağa bağlanma Nötrlemek”	“Elektrik yüklü bir cismin iletken tel ile toprağa bağlanmasına topraklama denir. Elektrik yüklü cisim yeterli süre topraklandıktan sonra toprak bağlantısı kesildiğinde M cismi nötr olmuştur. Topraklamadaki amaç nötrlemektir.”

EKAT’ın birinci ve ikinci aşamasının birlikte değerlendirilmesi ile 10 kategori oluşturulmuştur. EKAT’ın birinci ve ikinci aşaması birlikte şu şekilde değerlendirilmiştir: Örneğin öğrenci EKAT’ın birinci aşamasında doğru seçeneği işaretlemiş ve ikinci aşamada da kavram yanlışlı anlama kategorisinde cevap vermiş ise bu öğrencinin cevabı Doğru Seçenek (DS)- Kavram Yanlışlı Anlama (KYA) şeklinde kodlanmıştır. Ardından bu 10 kategori önem sırasına göre sıralanarak 10’dan 0’a (sıfıra) kadar puanlandırılmıştır. DS-KYA şeklinde değerlendirilen cevap Tablo 8’de görüldüğü gibi 5 puan olarak puanlandırılmıştır. EKAT’ın birinci ve ikinci aşamasının birlikte değerlendirilmesi ile oluşturulan kategoriler ve kategorilerin puan bilgisi Tablo 8’de sunulmuştur. Literatürde de iki aşamalı kavram testlerinin puanlandırılmasında benzer kategori ve puan sistemi kullanılmıştır (Karşı Baydere, 2021; Orduhan ve Şahin-Çakır, 2023). Analiz sonucunda elde edilen puanlardan Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı hesaplanmıştır.

Tablo 8. EKAT'ın Birinci ve İkinci Aşamasının Analizinde Kullanılan Kategoriler ve Puan Bilgisi

İki Aşamalı Kavram Testinin Birinci ve İkinci Aşamasının Analizindeki Kategoriler	Puan
Doğru Seçenek- Doğru Anlama	10
Doğru Seçenek- Kısmen Doğru Anlama	9
Yanlış Seçenek- Doğru Anlama	8
Boş- Doğru Anlama	7
Yanlış Seçenek- Kısmen Doğru Anlama	6
Doğru Seçenek- Kavram Yanılgılı Anlama	5
Doğru Seçenek- Anlamama	4
Yanlış Seçenek- Kavram Yanılgılı Anlama	3
Boş- Kavram Yanılgılı Anlama	2
Yanlış Seçenek- Anlamama/Boş	1
Boş- Anlamama/ Boş	0

Etik Kurallara Uygunluk

Bu araştırmanın tüm aşamalarında etik, ilke ve kurallara uyulmuştur. Araştırmanın etik kurallara uygunluğunu belirlemek için Giresun Üniversitesi Sosyal Bilimler Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırmaları Etik Kurulu'nun Etik Kurul Kararı 07 Nisan 2021 tarih ve 09/15 sayılı toplantısında görüşülmüş olup, 08.04.2021 tarihli ve E-50288587-050.01.04-17143 sayılı yazısı ile Etik Kurul onayı alınmıştır. Etik kurul onayı ile ilgili onay belgesi Ek 2'de sunulmuştur.

BULGULAR

Bu bölümde EKAT'a ait madde analizi, geçerlik ve güvenirlik çalışmalarından elde edilen bulgulara sırasıyla yer verilmiştir.

EKAT'ın Madde Analizine Ait Bulgular

EAKT'ın madde analizi sonuçları Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9. EKAT'ın Madde Analizi Sonuçları

Madde	Grup	Doğru cevap	Yanlış cevap	p	Madde güçlüğü yorumu	d	Madde ayırt ediciliğinin yorumu
M1	Üst	22	5	0.70	Kolay	0.22*	Düzenlenip geliştirilmeli
	Alt	16	11				
M2	Üst	20	7	0.56	Orta güçlükte	0.37	Oldukça iyi
	Alt	10	17				
M3	Üst	8	19	0.20	Zor	0.19	Çok zayıf
	Alt	3	24				
M4	Üst	4	23	0.15	Zor	0.00	Çok zayıf
	Alt	4	23				
M5	Üst	23	4	0.54	Orta güçlükte	0.63	Çok iyi
	Alt	6	21				
M6	Üst	17	10	0.43	Orta güçlükte	0.41	Çok iyi
	Alt	6	21				
M7	Üst	22	5	0.52	Orta güçlükte	0.59	Çok iyi
	Alt	6	21				
M8	Üst	19	8	0.48	Orta güçlükte	0.44	Çok iyi
	Alt	7	20				
M9	Üst	24	3	0.72	Kolay	0.33	Oldukça iyi
	Alt	15	12				
M10	Üst	24	3	0.59	Orta güçlükte	0.59	Çok iyi
	Alt	8	19				
M11	Üst	18	9	0.41	Orta güçlükte	0.52	Çok iyi
	Alt	4	23				
M12	Üst	8	19	0.22	Zor	0.15	Çok zayıf
	Alt	4	23				
M13	Üst	26	1	0.80	Kolay	0.33	Oldukça iyi
	Alt	17	10				
M14	Üst	26	1	0.76	Kolay	0.41	Çok iyi
	Alt	15	12				
M15	Üst	25	2	0.63	Kolay	0.59	Çok iyi
	Alt	9	18				
M16	Üst	18	9	0.50	Orta güçlükte	0.33	Çok iyi
	Alt	9	18				
M17	Üst	14	13	0.39	Zor	0.26*	Düzenlenip geliştirilmeli
	Alt	7	20				
M18	Üst	15	12	0.41	Orta güçlükte	0.30	Oldukça iyi
	Alt	7	20				
M19	Üst	23	4	0.54		0.63	Çok iyi

	Alt	6	21		Orta güçlükte		
M20	Üst	23	4	0.59	Orta güçlükte	0.52	Çok iyi
	Alt	9	18				
M21	Üst	20	7	0.41	Orta güçlükte	0.67	Çok iyi
	Alt	2	25				
M22	Üst	13	14	0.35	Zor	0.26*	Düzenlenip geliştirilmeli
	Alt	6	21				
	Ortalama			0.50		0.40	Çok iyi

*düzeltilerek kullanılması gereken sorular, p: Madde güçlük İndeksi, d: Madde ayırt edicilik indeksi

Tablo 9’da EKAT’ın 19 maddelik halinin sonuçlarına bakıldığında, 3., 4. ve 12. maddelerin ayırt edicilik gücünün çok düşük olduğu ve bu maddelerin EKAT’tan çıkarılması gerektiği görülmektedir. Ayırt edicilik gücü 0.19 olan 3. madde ($d=0.19$), ayırt edicilik gücü 0.00 olan 4. madde ($d=0.00$) ve ayırt edicilik gücü 0.15 olan 12. madde ($d=0.15$) testten çıkarıldıktan sonra madde analizi tekrarlanmıştır. Tekrarlanan madde analizi sonuçlarına göre EKAT’ta kalan 19 maddenin ortalama güçlük değeri 0.54 ve ortalama ayırt edicilik değeri 0.44 olarak bulunmuştur. EKAT’ın ortalama güçlük indeksi dikkate alındığında, orta düzeyde güçlükte olduğu ve 0.44 ayırt edicilik indeksi dikkate alındığında ise oldukça iyi maddelerden oluştuğu görülmektedir. Bir testin madde güçlük indeksinin 0.60’tan yüksek olması testin kolay olduğunu, 0.40’tan düşük olması ise testin zor olduğunu işaret etmektedir (Karslı ve Ayas, 2013; Orduhan ve Şahin-Çakır, 2023; Sontay ve Karamustafaoğlu, 2020).

Madde güçlük değerleri 0 ile +1 arasında değişmektedir. Farklı güçlük seviyelerine sahip soruların bulunması, her öğrenciye uygun zorluk derecelerinin sağlanması açısından önemlidir. Çünkü bir testin niteliği, ilgili konuda çalışan her öğrencinin çözebileceği soruların yanı sıra, yalnızca üst düzey düşünebilen öğrencilerin cevaplayabileceği soruların da içermesine bağlıdır.

Madde ayırt edicilik indeksi, 0.20 ile 0.29 arasında ($d=0.22$) olan 1., 17. ve 22. maddelerin uzman görüşleri doğrultusunda düzeltilerek kullanılmasına karar verilmiştir.

Düzenlenip Geliştirilmesi Gereken Sorular

Madde ayırt edicilik indeksi 0.20 ile 0.29 arasında bir değere ($d= 0.22$) sahip olan 1. madde ve bu maddeye %27'lik alt grup, %27'lik üst grup ve orta grubun verdiği cevaplar dikkate alınarak bu soruda düzeltme yapılmıştır. EKAT'ta 1. maddeye verilen cevaplar Tablo 10'da, açıklamaları ise tablonun devamında sunulmuştur.

Tablo 10. EKAT'ta 1. Maddeye Verilen Cevaplar

Gruplar	Seçenekler			
	A*	B	C	D
Üst grup (27)	21	2	0	4
Orta grup (46)	35	1	5	5
Alt grup (27)	15	0	6	6
Toplam				

*Doğru cevap

Tablo 10'da gözlemlendiği üzere, 1. sorunun C seçeneği üst grupta hiç öğrenci tarafından işaretlenmezken, orta grupta 5 kişi ve alt grupta 6 kişi tarafından işaretlenmiştir. D seçeneği üst grupta 4 kişi, orta grupta 5 kişi ve alt grupta 6 kişi tarafından işaretlenmiştir. B çeldiricisi üst grupta 2 öğrenci tarafından işaretlenirken, orta grupta ve alt grupta işaretleyen öğrenci bulunmamaktadır. Bu nedenle B çeldiricisinin düzeltilmesi gerekmektedir. Uzman görüşleri doğrultusunda, B çeldiricisi 2. kutucuktaki "Fotokopi makinasından fotokopi alınması" ifadesi "*Gökkuşağının oluşması olayı*" ifadesi ile değiştirilmiştir. EKAT'ta 1. maddenin ilk hali ve düzeltildikten sonraki hali Şekil 3'te sunulmuştur.

1. Yıldırım düğmesi	2. Fotokopi makinasından fotokopi alınması	3. Saçını tarakla tarayan çocuğun saçının tarafa yapışması	4. Kaydırdıktan kayan çocuğun kayarken çiturt seslerini duyması
5. Televizyon camının tozlanması	6. Arabanın boyanması	7. Şimşek olayı	8. Evde şişirilmiş plastik balonla voleybol oynarken balonun tavana yapışması

1) Yukarıdakilerden hangileri elektrikleme ile ilgili doğa olayına örnektir?

A) 1, 7 B) 2, 4 ve 7 C) 1, 2 ve 4 D) 1, 2, 4 ve 7

Çünkü:

.....

.....

.....

Şekil 3. EKAT'ta 1. Maddenin İlk Hali (Solda), Düzeltildikten Sonraki Hali (Sağda)

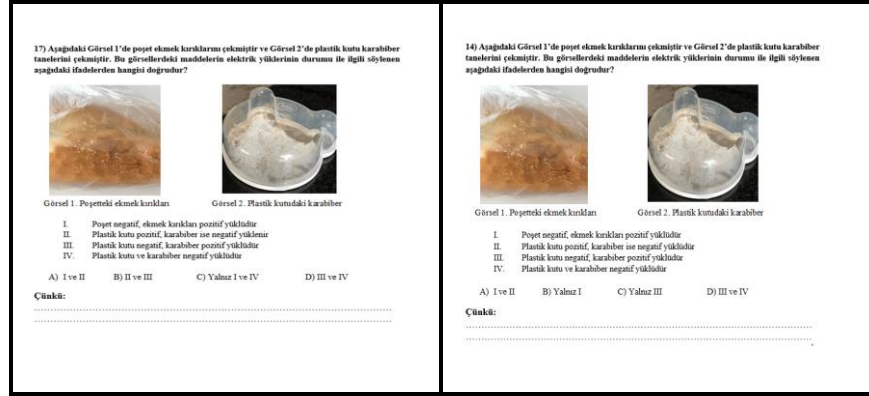
EKAT'taki 17. maddeye verilen cevaplar Tablo 11'de, açıklamaları ise tablonun devamında sunulmuştur.

Tablo 11. EKAT'ta 17. Maddeye Verilen Cevaplar

Gruplar	Seçenekler			
	A*	B	C	D
Üst grup (27)	16	6	4	1
Orta grup (46)	25	9	8	4
Alt grup (27)	6	5	6	10
Toplam	47	20	18	15

*Doğru cevap

Tablo 11'deki analizde, 17. maddenin C çeldiricisi üst grupta 4 kişi, alt grupta 10 kişi tarafından işaretlenmiş olup, orta grupta 8 kişi tarafından işaretlenmiştir. B çeldiricisini üst grupta 6 kişi, alt grupta 5 kişi ve orta grupta 9 kişi işaretlemiştir. B ve C çeldiricilerini üst ve alt gruplarda işaretleyen kişi sayıları birbirine yakındır. D çeldiricisi üst grupta 1 kişi ve alt grupta 10 kişi tarafından işaretlenmiştir. Orta grupta ise 4 kişi tarafından işaretlenmiştir. B ve C çeldiricilerini üst ve alt gruplarda işaretleyen kişi sayılarının birbirine yakın olması nedeniyle, bu çeldiricilerin düzeltilmesi gerekmektedir. Uzman görüşleri doğrultusunda, B çeldiricisi "Yalnız II" olarak ve C çeldiricisi "Yalnız III" olarak düzenlenmiştir. Öğrenciler çoğunlukla D çeldiricisini işaretlemişlerdir. EKAT'ta 17. maddenin ilk hali ve düzeltildikten sonraki hali Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 4. EKAT'taki 17. Maddenin İlk Hali (Solda), Düzeltildikten Sonraki Hali (Sağda)

EKAT'taki 22. maddeye verilen cevaplar Tablo 12'de, açıklamaları ise tablonun devamında sunulmuştur.

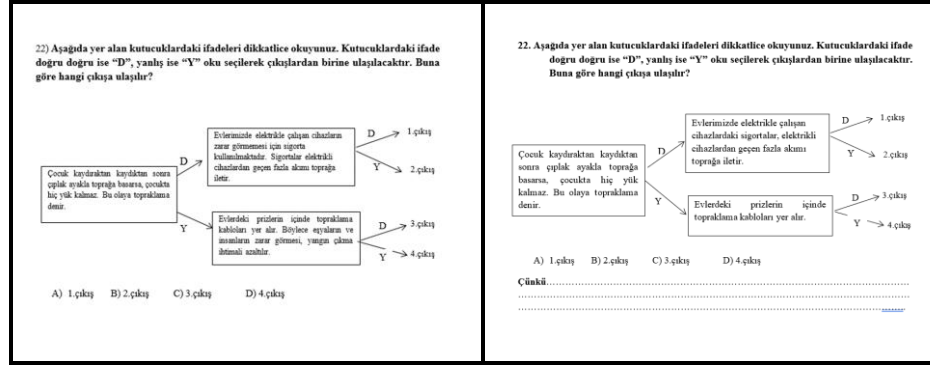
Tablo 12. EKAT'ta 22. Maddeye Verilen Cevaplar

Gruplar	Seçenekler			
	A	B	C*	D
Üst grup (27)	9	3	12	3
Orta grup (46)	19	12	8	7
Alt grup (27)	11	6	7	3
Toplam	39	21	27	13

*Doğru cevap

Tablo 12'deki değerlendirme sonuçlarına göre, 22. maddenin A çeldiricisini üst grupta 9 kişi, alt grupta 11 kişi işaretlemişken, orta grupta ise 19 kişi tarafından işaretlenmiştir. B çeldiricisini üst grupta 3 kişi, alt grupta 6 kişi işaretlerken, orta grupta 12 kişi tarafından işaretlenmiştir. D çeldiricisi üst ve alt grupta eşit sayıda öğrenci tarafından işaretlenmiş olup, orta grupta 7 kişi tarafından işaretlenmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda, D çeldiricisindeki kutucuktaki ifade “Evdeki prizlerin içinde topraklama kabloları yer alır. Böylece eşyaların ve insanların zarar görmesi, yangın çıkma ihtimali azalır.” ifadesi

değiştirilerek, “Evlerdeki prizlerin içinde topraklama kabloları yer alır.” Şeklinde yazılmıştır. Öğrencilerin en çok A çeldiricisini işaretlediklerine ulaşılmıştır. EKAT’ta 22. maddenin ilk hali ve düzeltildikten sonraki hali Şekil 5’te sunulmuştur.



Şekil 5. EKAT’taki 22. Maddenin İlk Hali (Solda), Düzeltildikten Sonraki Hali (Sağda)

EKAT’ın Güvenirliğine Ait Bulgular

EKAT’ın çoktan seçmeli olan birinci aşamasının güvenirliliği için KR-20 iç tutarlılık hesaplaması yapılmıştır. EKAT’tan 3. 4. ve 12. maddelerinin çıkartılması ile EKAT’ta kalan 19 madde üzerinden KR-20 iç tutarlılık katsayısı 0.68 olarak hesaplanmıştır.

EKAT’ın birinci ve ikinci aşamasının birlikte analizi sonucunda hesaplanan Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı bulguları Tablo 13’te sunulmuştur.

Tablo 13. EKAT’ın Birinci ve İkinci Aşamasının Birlikte Analizi Sonucunda Hesaplanan Cronbach Alpha Güvenirlik Katsayısı Sonuçları

Güvenirlik analizi	n	Madde sayısı	Hesaplanan değerler
Cronbach alfa	100	19	0.88

Tablo 13 incelendiğinde EKAT'ın Cronbach Alpha güvenirlik katsayısının 0.88 olduğu görülmektedir.

EKAT'ın Geçerliğine Ait Bulgular

EKAT'ın sonuçlarının geçer olup olmadığına bakmak için üst ve alt gruplar arasındaki EKAT puan ortalamalarındaki farklılığın belirlenmesi için bağımsız gruplar t-testi analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizin sonuçları Tablo 14'te sunulmuştur.

Tablo 14. Üst ve Alt Grupların EKAT Puan Ortalamalarına Göre Bağımsız Gruplar T-Testi Sonuçları

Test	Grup	n	$\bar{X}$	SS	Standart hata	t	Df	p
EKAT (19 maddelik hali)	Üst grup	27	14,52	1,58	.30	19,43	52	,000
	Alt grup	27	6,11	1,60	.31			

Tablo 14'te, üst ve alt grupların EKAT puan ortalamaları karşılaştırıldığında ($p < .05$) üst ve alt grupların EKAT puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu ve bu farklılığın üst grup lehine olduğu görülmektedir. Buradan EKAT'ın üst ve alt grubu ayırt edebildiği başka bir ifade ile bilenle bilmeyeni ayırt edebildiği sonucuna ulaşılabilir.

Araştırmada geliştirilen EKAT'ın nihai hali 19 iki aşamalı maddeden oluşmaktadır. Ortaokul 8. sınıf FBDÖP'te elektrik yükleri, elektriklenme ve elektrik yüklü cisimler konularının kazanımları ve bu kazanımlara yönelik hazırlanan EKAT'ın soru numaraları Tablo 14'te sunulmuştur. EKAT'ın kapsam geçerliğini sağlamak için uzman görüşlerine de başvurulmuştur. Uzmanlar EKAT'ın kapsam geçerliğinin olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir. Tablo 14'te de görüldüğü üzere EKAT'ta her kazanıma hitap eden soru maddesi yer almaktadır.

Tablo 14. EKAT'ın Nihai Halinde Hitap Ettiği Kazanımlar ve Bu Kazanımlara Yönelik Hazırlanan Soru Numaraları

Kazanım (MEB, 2018)	Soru maddesi
F.8.7.1.1	1, 2
F.8.7.1.2.	5, 6, 7
F.8.7.1.3.	8, 9, 10, 11
F.8.7.2.1.	13, 14, 15, 16, 17, 18
F.8.7.2.2.	19, 20, 21,22

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin elektrik yükleri, elektriklenme ve elektrik yüklü cisimler konularındaki kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla kullanılabilecek geçerlik ve güvenilirlik koşullarını sağlayan EKAT geliştirilmiştir. EKAT'ın geliştirilme sürecinde takip edilen adımların, literatürde iki aşamalı kavram testi geliştirme çalışmalarındaki adımlarla benzer olduğu görülmektedir (Bozdağ, 2017; Kurtoğlu-Güldalı ve Karşlı-Baydere, 2023; Nasir vd., 2023; Orduhan ve Şahin-Çakır, 2023; Şahin ve Çepni, 2012; Yumuşak vd., 2016).

Çalışma sonunda son hali, 19 iki aşamalı sorudan oluşan EKAT geliştirilmiştir. EKAT'ın sonuçlarının kapsam geçerliği için uzman görüşüne başvurulmuş olup, izlenen bu yöntem benzer test geliştirme çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır (Bozdağ, 2017; Hasanah vd., 2023; Kurtoğlu-Güldalı ve Karşlı-Baydere, 2023; Lukum vd., 2023; Orduhan ve Şahin-Çakır, 2023; Şahin ve Çepni, 2012; Yumuşak vd., 2016). Bu çalışmada geliştirilen EKAT'ta her bir kazanım için üç soru yazılmış olup, uzmanlara bu soruların kazanıma uygun olup olmadığı sorulmuştur. Uzmanlar soruların kazanımlara hitap ettiği yönünde görüş bildirmişlerdir. Başka bir ifadeyle fen eğitimi ve fizik eğitimi alan uzmanları EKAT'ın kapsam geçerliğinin uygun olduğu şeklinde değerlendirmişlerdir. Ayrıca EKAT'ın yapı geçerliliğini sağlamak için yapılan ve hipotez testi tekniklerinden biri olan bağımsız örneklem t testi sonuçları da EKAT'ın nihai halinin üst ve alt grupları ayırt edebildiğine başka bir ifade ile yapı geçerliğinin sağlandığına işaret etmektedir. Bununla

birlikte “F.8.7.1.3. Deneyler yaparak elektriklenme çeşitlerini fark eder.” kazanımı “F.8.7.1.3. Verilen deney tasarımı görsellerinden elektriklenme çeşitlerini yorumlar.” şeklinde uyarlanarak buna yönelik, verilen bir deney görseli üzerinden sorular sorulması EKAT’ın bütünlüğünün sağlanması için önemli görülmektedir. Ayrıca EKAT’ta Bloom Taksonomisinin BÖA değerlendirme basamağına yönelik soruya yer verilememiştir. Değerlendirme, BÖA’nın en üst düzey öğrenme çıktılarını temsil eder. Bu aşamada, öğrenciler bilgiyi eleştirel bir bakış açısıyla inceleyip, onu daha geniş bağlamlarda yorumlama yeteneği kazanır (Susantini vd., 2021). Öğrenciler, bilgiyi sadece pasif bir şekilde edinmek yerine, eleştirel düşünme becerilerini kullanarak aktif bir şekilde değerlendirme yapma yetkinliği geliştirirler. Bu nedenle çoktan seçmeli sorularla değerlendirme düzeyinde soruların sorulması mümkün olmamaktadır (Birgin, 2016). Literatürde geliştirilen testlerde de değerlendirme düzeyinde soru sorulmadığı görülmektedir (Pazar ve Karamustafaoğlu, 2023). Çalışmanın güvenilirliğini sağlamak amacıyla madde analizi gerçekleştirilmiş ve EKAT’taki her bir maddenin güçlük ve ayırt edicilik değerleri hesaplanmıştır. Her bir test maddesi, ölçülmek istenen özelliği ne derece doğru ölçtüğünü belirlemek için madde ayırt edicilik değerine sahiptir. Bu değerler +1 ile -1 arasında değişir. Madde ayırt edicilik değerleri, 0.40 ve üzerinde olan maddeler "çok iyi", 0.30-0.39 olanlar "iyi", 0.20-0.29 olanlar "düzeltmesi ve geliştirilmesi gereken", 0.19 ve daha düşük olanlar ise "madde testten çıkarılmalı" olarak nitelendirilir (Akbulut ve Çepni, 2013; Büyüköztürk, 2012; Hasançebi, Terzi ve Küçük, 2020; Karşı ve Ayas, 2013; Orduhan ve Şahin-Çakır, 2023; Sontay ve Karamustafaoğlu, 2020). Bu çerçevede, araştırmada geliştirilen EKAT’tan 3., 4. ve 12. maddelerin ayırt edicilik değerlerinin çok düşük olması ($d < 0.19$) nedeniyle EKAT’tan çıkarılmıştır. Bu maddelerin kapsadığı kazanımlara yönelik sorular EKAT’ta yer aldığı için, bu maddelerin çıkarılması kapsam geçerliliğini etkilememiştir. EKAT’tan 3., 4. ve 12. maddelerin çıkarılmasından sonra kalan maddelerin ayırt edicilik değerleri 0.26 ile 0.67 arasında hesaplanmış olup, ortalama ayırt edicilik değerinin 0.44 olduğu göz önüne alındığında, geliştirilen EKAT’ın ayırt etme gücünün "çok iyi" olarak değerlendirilebileceği anlaşılmaktadır. Yüksek madde ayırt ediciliğine sahip bir testin, sonuçlarının geçerliğinin genellikle yüksek olduğu ifade edilebilir (Şahin, Yıldırım, Sürmeli ve Güven, 2018).

EKAT maddelerinin madde güçlük indeksi 0,35 ile 0,80 arasında değişmektedir ve ortalama madde güçlük değeri 0,54 olarak hesaplanmıştır. Hasaıçebi ve diğlerlerinin (2020) belirttiğı gibi, bu değler ölçme aracını kullanan katılımcılar için soruların zorluk derecesini gösterir. Güçlük indeksi değeri 0.61 ve üzerinde olduğunda doğru cevaplama oranının arttığı ve sorunun kolay olduğ, 0.39 ve altında olduğunda ise yanlış cevaplama oranının arttığı ve sorunun zor olduğ ifade edilmiştir (Akbulut ve Çepni, 2013; Karılı ve Ayas, 2013; Sontay ve Karamustafaoğlu, 2020). Test maddelerindeki güçlük indeksi değlerinin genellikle 0,50 civarında olması beklenir, ancak ölçme aracı olarak kullanılacak bir testin tüm maddelerinin güçlük indeks değlerinin 0,50 olması istenmez. Bir ölçme aracı olarak kullanılacak bir testin, her öğrenci için farklı zorluk seviyelerinde maddeler içermesi tavsiye edilir (Hasaıçebi vd., 2020; Varoğlu vd., 2020). Bu araştırmada geliştirilen EKAT'ın ortalama madde güçlük indeksi değlerine bakıldığında, zorluk derecesi bakımından orta düzeyde bir test olduğ söylenebilir. Fen eğitimi alanında yapılan araştırmalarda geliştirilen kavram testlerinin madde güçlük indeksi değlerinin genellikle yaklaşık 0,50 olduğ benzer çalışmalarda da görölmüştür (Karılı-Baydere ve Yiğit, 2020; Orduhan ve Şahin-Çakır, 2023; Varoğlu vd., 2020).

EKAT'ta 3, 4. ve 12. maddelerin ayırt edicilik değlerinin çok düşük olması nedeniyle testten çıkarıldığından, EKAT'ın kalan 19 maddesi üzerinden birinci çoktan seçmeli bölümünün KR-20 güvenirlik katsayısı hesaplanmıştır ve bu değ 0,68 olarak bulunmuştur. Kehoe, çoktan seçmeli testler için 10-15 madde içerenlerde, 0,50 gibi düşük bir KR-20 güvenirlik katsayısının yeterli olabileceğini ifade etmiştir (Tan ve Erdoğan, 2001'den aktaran Yumuşak vd., 2016). EKAT'ın birinci ve ikinci aşaması birlikte analiz edildiğinde hesaplanan Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0,88 olarak bulunmuştur. Cronbach tarafından 1951 yılında geliştirilen alfa katsayısı yöntemi, madde puanlamalarının sıralı (ordinal) biçimlerde (örneğin, 1-3, 1-4, 1-5) olduğ durumlarda iç tutarlılığı tahmin etmek için kullanılır. Her bir madde için tek bir α değeri belirlenebileceğı gibi, ölçekteki tüm maddeler için bir ortalama α değeri de hesaplanabilir. Toplam güvenirliği yansıtan bu değ genellikle 0,70 ve üzeri olmalıdır, çünkü bu, ölçme aracının güvenirliği için istenen bir değerdir (Kılıç, 2016). Bu araştırmada geliştirilen

EKAT'ın Cronbach Alpha güvenirlik katsayısının 0,88 olduğu göz önünde bulundurulduğunda, EKAT'ın güvenilir sonuçlar verdiği yorumu yapılabilir.

Sonuç olarak, ortaokul 8. sınıf düzeyinde "elektrik yükleri, elektriklenme ve elektrik yüklü cisimler" konularına yönelik, 19 iki aşamalı sorudan oluşan, geçer ve güvenilir sonuçlar (Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı= 0,88) veren EKAT ortaya konulmuştur ve bu da alan yazına önemli bir katkı sağlamaktadır.

Öneriler

Tıpkı diğer konularda olduğu gibi, "elektrik yükleri, elektriklenme ve elektrik yüklü cisimler" konularında da öğrencilerin kavram yanlışlarının tespit edilerek bu yanlışların düzeltilmesi için öğretim etkinliklerinin planlanması ve uygulanması son derece önemlidir. Bu araştırmada geliştirilen EKAT, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlarını belirlenmesinde ve bu yanlışların giderilmesine yönelik gerçekleştirilecek araştırmaların etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılabilir. Ayrıca, farklı fen konuları veya kavramları için de iki aşamalı kavram testleri geliştirilebilir. “F.8.7.1.3. Deneyler yaparak elektriklenme çeşitlerini fark eder.” kazanımı ile ilgili öğrenmeler, “Sizce Şimşek olayı nasıl oluşur? Şimşek olayını deney tasarlayarak anlatınız.” şeklinde açık uçlu bir soru ile uygulamaya dayalı bir etkinlik kapsamında değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

- Arıkurt, E. (2014). *Kavram karikatürlerinin ve kavramsal değişim metinlerinin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin başarılarına, kavramsal değişimlerine ve tutumlarına etkisinin karşılaştırılması* (Yüksek lisans tezi). Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D. & Turgut, M.F. (1997), *Kimya Öğretimi, YÖK / Dünya Bankası Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi*, Ankara.
- Aydın, M. & Özkara, D. (2011). Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin atmosferde meydana gelen doğal elektriklenme konusundaki kavram yanılgıları ve bilgi eksikliklerin belirlenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(6), 11-20. <https://doi.org/10.14520/adyusbd.122>.
- Ayvacı, H. Ş., & Durmuş, A. (2016). Bir başarı testi geliştirme çalışması: Isı ve sıcaklık başarı testi geçerlik ve güvenirlik araştırması. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 35(1), 87-103.
- Bar, V., Shirtz, A. S., Brosh, Y., & Sneider, C. (2019). Can an insulator be electrified? Teaching electricity in elementary and middle school in the age of NGSS. *Science Educator*, 27(1), 24-32.
- Baydere, F. K. (2021). Effects of a context-based approach with prediction–observation–explanation on conceptual understanding of the states of matter, heat and temperature. *Chemistry Education Research and Practice*, 22(3), 640-652. DOI: 10.1039/D0RP00348D.
- Baykul, Y. (2021). *Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik test teorisi ve uygulaması* (4. Baskı). Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Birgin, O. (2016). *Bloom Taksonomisi. Matematik eğitiminde teoriler*. Ankara: Pegem Akademi.
- Bozdağ, H. C. (2017). Determining the misconceptions of students on digestive system by using 3-tier conceptual measuring tool. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 6(3), 878-901. DOI: 10.14686/buefad.308999.
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı istatistik, araştırma deseni SPSS uygulamaları ve yorum* (16. baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Can, A. (2017). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (5. baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Canbazoglu Bilici, S. (2019). *Örnekleme yöntemleri*. Özmen, H. ve Karamustafaoğlu, O. (Ed.), *Eğitimde araştırma yöntemleri* (s.56-78) içinde. Ankara: Pegem Yayınları.

- Chen, C.C., Lin, H.S. & Lin, M.L. (2002). Developing a two-tier diagnostic instrument to assess high school students' understanding-the formation of images by a plane mirror. *Proceedings of the National Science Council*, 12(3), 106-121.
- Çakır, M. & Aldemir, B. (2011). İki aşamalı genetik kavramlar tanı testi geliştirme ve geçerlik çalışması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(16), 335-353.
- 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.
- Çömlekçi, N. (1989). *Temel istatistik ilke ve teknikleri*. Eskişehir: Bilim Teknik Yayınevi.
- Demirci, N. (2003). *Bilgisayarla etkili öğretim stratejileri ve fizik öğretimi*, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Demirci, N. & Çirkinoğlu, A. (2004). Öğrencilerin elektrik ve manyetizma konularında sahip oldukları ön bilgi ve kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Journal of Turkish Science Education*, 1(2), 116-138.
- Demirel, Ö. (2006). *Öğretimde planlama ve değerlendirme: Öğretim sanatı*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- De Gupita, N., Yanti, A. R. & Untoro, N. (2022). Analysis of student's misconceptions in static and dynamic electricity physics using the three tier test. *Impulse: Journal of Research and Innovation in Physics Education*, 2(2), 119-127. <https://doi.org/10.14421/impulse.2022.22.06>.
- Dilber, R. (2010). Effect of conceptual change instruction on students' understanding of electricity concepts. *International Journal of Innovation and Learning*, 7(4), 478. doi:10.1504/ijil.2010.032935.
- Elmas, R. & Pamuk, S. (2021). Öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının üç aşamalı kavram yanlışlığı testi ile belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(4), 1386-1403. DOI: 10.32709/akusosbil.916063.
- Faizah, R., Taqwa, M., Kusairi, S., Fitri, U. R., Suprpto, N. & Sanjaya, L. A. (2024, May). *Identification of first year students' difficulties in the concept of static electricity*. In AIP Conference Proceedings, 3116(1). AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0210271>.
- Furió, C., Guisasaola, J. & Almudí, J. M. (2004). Elementary electrostatic phenomena: historical hindrances and students' difficulties. *Canadian Journal of Math, Science & Technology Education*, 4(3), 291-313. <https://doi.org/10.1080/14926150409556616>.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. & Hyun, H. H. (2011). *How to design and evaluate research in education (8th ed.)*. New York: McGraw-Hill International Edition.

- Gömlüksiz, M. & Erkan, S. (2010). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme (2. Baskı)*. Ankara: Nobel Yayın.
- Gönen, D. D. S., Kocakaya, Y. S. & Kocakaya, F. (2011). Dinamik konusunda geçerliliği ve güvenilirliği sağlanmış bir başarı testi geliştirme çalışması. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 40-57.
- Güler, N. (2023). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme (18. Baskı)*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Harrington R. R., (1995). *An investigation of student understanding of electric concepts in the introductory university physics course* (PhD Dissertation). University of Washington, Seattle, WA.
- Hasançebi, B., Terzi, Y. & Küçük, Z. (2020). Madde güçlük indeksi ve madde ayırt edicilik indeksine dayalı çeldiriciler. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 224-240.
<https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.615465>.
- Hasanah, D., Wiji, W., Mulyani, S. & Widhiyanti, T. (2023). Students' mental model profiles on chemical bonding concept using a two-tier mental model diagnostic test (TDM-Two-Tier). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 10466-10474. DOI: 10.29303/jppipa.v9i11.3811.
- Haslam, F. & Treagust, D. F. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of Biological Education*, 21(3), 203-211.
<https://doi.org/10.1080/00219266.1987.9654897>.
- Hermita, N., Suhandi, A., Syaodih, E., Samsudin, A., Johan, H., Rosa, F., Setyaningsih, R., Sapriadil, R. & Safitri, D. (2017, September). Constructing and implementing a four tier test about static electricity to diagnose pre-service elementary school teacher' misconceptions. *In Journal of Physics: Conference Series*, 895(1), 012167. IOP Publishing. DOI 10.1088/1742-6596/895/1/012167.
- İpek Akbulut, H. & Çepni, S. (2013). Bir üniteye yönelik başarı testi nasıl geliştirilir? İlköğretim 7. sınıf kuvvet ve hareket ünitesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 18-44.
- İpek Akbulut, H., Şahin, C. & Çepni, S. (2012). Effect of using different teaching methods and techniques embedded within the 5E instructional model on removing students' alternative conceptions: Fluid pressure. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(4), 2403-2414.
- İpek Akbulut, H., Şahin, C. & Çepni, S. (2013). İkili yerleşik öğrenme modelinin kavramsal değişime etkisi: iş ve enerji örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(25), 241-268.

- Karlı-Baydere, F. & Bülbül, F. (2021). REACT stratejisinin 7. sınıf öğrencilerinin ampullerin bağlanma şekilleri konusundaki kavramsal anlamalarına etkisi. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 116-135. DOI: 10.47714/uebt.874430.
- Karlı-Baydere, F. & Kır, H. Ş. (2021). REACT stratejisine göre hazırlanmış bir öğretim materyalinin etkililiğinin incelenmesi: “sesin yayılması” ve “sesin farklı ortamlarda farklı duyulması”. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 9(1), 89-110.
- Karlı-Baydere, F. & Kurtoğlu, S. (2020). 5. sınıf öğrencilerinin biyolojik çeşitlilik konusundaki kavramsal anlamalarına REACT stratejisinin etkisi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 1015-1041. DOI: 10.33711/yyuefd.800921.
- Karlı-Baydere, F. & Yiğit, M. (2020). Hidrokarbonlar konusuna yönelik bir kavram tanı testi geliştirilmesi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 366-379.
- Karlı, F., & Ayas, A. (2013). Fen ve teknoloji dersi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin ölçülmesine ilişkin bir test geliştirme çalışması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(2), 66-84.
- Kaşıkcı, Y., Bolat, A., Değirmenci, S. & Karamustafaoğlu, S. (2015). İkinci dönem TEOG sınavı fen ve teknoloji sorularının bazı kriterlere göre değerlendirilmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 225-232.
- Kaya, G. (2020). *Elektrostatik konusunda sorgulama temelli öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının fikirlerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Kaya, Ö., Eryılmaz, S. & Akdeniz, A. R. (2014). Determining prospective science teachers' association levels of electricity concepts. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 5(1), 104-115.
- Kılıç, S. (2016). Cronbach'ın alfa güvenirlik katsayısı. *Journal of Mood Disorders*, 6(1), 47-48.
- Koç, Y. & Sönmez, E. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının hücre organelleri konusundaki kavramsal anlama düzeyleri. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 338-351.
- Kurtoğlu-Güldalı, S. & Karlı-Baydere, F. (2023). Ağız ve diş sağlığı konusuna yönelik kavram karikatürü destekli iki aşamalı test geliştirme çalışması. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 62-75. <https://doi.org/10.58638/kebd.1216405>.
- Kuşakçı Ekim, F. (2007). *İlköğretim fen öğretiminde kavramsal karikatürlerin öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermedeki etkisi* (Yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Lukum, A., Karongkong, N., Pikoli, M., Tangio, J. S., Mohamad, E., & Kunusa, W. R. (2023). *Analysis of student's conceptual understanding using two-tier multiple*

- choice diagnostic test on acid-base topic. In E3S Web of Conferences, 400, 04003.
- Marek, E. A. (1986). *Science misconceptions of students in primary schools and senior high school*. Paper presented at the National Science Teachers Association Conference, San Antonio.
- Mawla, M. R., & Sultana, N. (2021). A historical overview, misconceptions and suggestive measures of lightning-a Bangladesh perspective. *International Journal of Electrical Components and Energy Conversion*, 9(2), 35-41. DOI: 10.11648/j.ijecec.20210702.11.
- Mawla, M. R., & Sultana, N. & Shiblee, MSAAF. (2022). Myths, safety and awareness of lightning protection in Bangladesh. *International Journal of Electrical Components and Energy Conversion*, 6(2), 7-13. doi: 10.11648/j.ijecec.20200602.11.
- MEB (2018). Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). Ankara. URL Adres: <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf>. Erişim tarihi, 25.04.2025.
- Nasir, M., Sunarno, W., & Rahmawati, F. (2023). The development of a two-tier diagnostic test for student understanding of light. *Journal of Turkish Science Education*, 20(1), 150-172. DOI: <https://doi.org/10.36681/tused.2023.009>.
- Naylor, S. & Keogh, B. (2013). Concept cartoons: What have we learnt? *Journal of Turkish Science Education*, 10(1), 3-11. DOI: <https://doi.org/10.36681/>.
- Onder-Celikkanli, N., & Tan, M. (2022). Determining Turkish high school students' misconceptions about electric charge imbalance by using a four-tier misconception test. *Physics Education*, 57(5), 055010. DOI 10.1088/1361-6552/ac68c1.
- Orduhan, Y., & Şahin-Çakır, Ç. (2023). Ortaokul 6. Sınıf “ses ve özellikleri” ünitesine yönelik kavramsal anlama testi geliştirme çalışması. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(3), 138-178. <https://doi.org/10.47714/uebt.1355916>.
- Ormancı, Ü. & Özcan, S. (2012). Fen ve teknoloji dersi vücudumuzda sistemler ünitesinde drama yönteminin etkililiği: İki aşamalı teşhis testi kullanımı. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 6(2), 153-182.
- Özbayrak, Ö. & Kartal, M. (2012). Ortaöğretim 9. sınıf kimya dersi “bileşikler” ünitesi ile ilgili kavram yanılgılarının iki aşamalı kavramsal anlama testi ile tayini. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (32), 144-156.

- Özer, M. (2019). *Teknoloji destekli araştırma-sorgulamaya dayalı fen öğretiminin etkililiğinin değerlendirilmesi: Işık ve ses örneği* (Yüksek lisans tezi). Giresun Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Stefanidou, C. G., Tsalapati, K. D., Ferentinou, A. M., & Skordoulis, C. D. (2019). Conceptual difficulties pre-service primary teachers have with static electricity. *Journal of Baltic Science Education*, 18(2), 300-313.
- Pazar, B. & Karamustafaoğlu, S. (2023). “Saf madde ve karışımlar” ünitesi başarı testi geliştirme: Geçerlik ve güvenirlik. *Anadolu University Journal of Education Faculty*, 7(2), 404-432. <https://doi.org/10.34056/aujef.1021291>.
- Peterson, R.F., Treagust, D.F. & Garnett, P.J. (1989). Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade-11 and -12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 301-314. <https://doi.org/10.1002/tea.3660260404>.
- Sarıkaya, S. & Akbaş, A. (2020). Ortaokul öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılgıları ve giderilmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(38), 31-40.
- Siswaningsih, W., Firman, H. & Khoirunnisa, A. (2017). Development of two-tier diagnostic test pictorial-based for identifying high school students misconceptions on the mole concept. In *Journal of Physics: Conference Series*, 812(1), 012117. DOI 10.1088/1742-6596/812/1/012117.
- Sontay, G. & Karamustafaoğlu, O. (2020). Fen bilimleri dersi “Güneş, Dünya ve Ay” ünitesine yönelik başarı testinin geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(2), 511-551.
- Sunarno, W. & Istiyono, E. (2017). Development of two tier test to assess conceptual understanding in heat and temperature. In *Journal of Physics: Conference Series*, 795(1), 012052. DOI 10.1088/1742-6596/795/1/012052.
- Susantini, E., Suyatno, S., Wasis, W., Zain, H. H. & Borhan, M. T. (2021). *Developing an assessment-link mobile application: a catalyst for pre- service biology teachers to analyse cognitive test*. In E3S Web of Conferences, 328, p. 04008. EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132804008>.
- Şahin-Çakır, Ç. & Karslı-Baydere, F. (2022). Bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına Etkisi: Kaldırma Kuvveti Örneği. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 172-195. DOI:10.21666/muefd.947304.
- Şahin, Ç. & Çepni, S. (2011). Development of a two tiered test for determining differentiation in conceptual structure related to “floating- sinking, buoyancy and pressure” concepts. *Journal of Turkish Science Education*, 8(1), 79–110.

- Şahin, Ç. & Çepni, S. (2012). 5E öğretim modeline dayalı öğretimin öğrencilerin gaz basıncı ile ilgili kavramsal anlamalarına etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 6(1), 220-264.
- Şahin, Ç., İpek Akbulut, H. & Çepni, S. (2012). Teaching of solid pressure with animation, analogy and worksheet to primary 8th students. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 1(1), 22-51.
- Şahin, F., Yıldırım, M., Sürmeli, H. & Güven, İ. (2018). Okul öncesi öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin değerlendirilmesi için bir test geliştirme çalışması. *Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi*, 2(2), 124-138.
- Şahin-Çakır, Ç. (2021). *Etkinliklerle astronomi öğretimi*. Karaçam, S. (Ed.), *Astronomi öğretiminde kavram karikatürü* (s.46-66) içinde. Ankara: Palme Yayınevi.
- Şekercioğlu, A. G. Ç. (2011). *Akran öğretimi yönteminin öğretmen adaylarının elektrostatik konusundaki kavramsal anlamalarına ve tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Tan, K.C.D., Goh, K.N., Chia, S.L. & Treagust, D.F. (2002). Development and application of a two-tier multiple choice diagnostic instrument to assess high school students' understanding of inorganic chemistry qualitative analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4), 283-301. <https://doi.org/10.1002/tea.10023>.
- Tan, K.C.D., Taber, K.S., Goh, N.K. & Chia, L.S. (2005). The ionization energy diagnostic instrument: a two-tier multiple-choice instrument to determine high school students' understanding of ionization energy. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(4), 180-197. DOI: 10.1039/B5RP90009C.
- Tekin Gürgen E. (2008). İlköğretim öğrencilerine yönelik müziksel işitme testinin geliştirilmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(1), 367-377.
- Törnkqvist, S., Pettersson, K. A., Tranströmer, G. (1993). "Confusion by representation: on student's comprehension of the electric field concept", *American Journal of Physics*, 61(1993), 335-338.
- 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>.
- Tukiyo, T., Efendi, M., Solissa, E. M., Yuniwati, I., & Pranajaya, S. A. (2023). The development of a two-tier diagnostic test to detect student's misconceptions in learning process. *MUDİR: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 5(1), 92-96. DOI: <https://doi.org/10.55352/mudir.v5i1.33>.
- Varoğlu, L., Şen, Ş. & Yılmaz, A. (2020). Kimyada kavram çiftlerine ilişkin iki-aşamalı kavram tanı testinin geliştirilmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen*

- ve Matematik Eğitimi Dergisi, 14(1), 316-347. DOI: 10.17522/balikesirnef.655801
- White, R. & Gunstone, R. (1992). *Probing understanding*. The London: Falmer Press.
- Yeşilyurt, E. (2012). Fen ve teknoloji dersinde kullanılan ölçme-değerlendirme yöntemleri ve karşılaşılan güçlükler. *Turkish Studies*, 7(2), 1183-1205.
- Yıldırım, N., Tepe, M., Kuş, S. & Biberoglu, B. (2016). Kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik kavram karikatürü destekli iki aşamalı test geliştirilmesi ve uygulanması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2). 534-547.
- Yıldız, F. & Küçüközer, A. (2017). 7. sınıf öğrencilerinin elektrostatik konusundaki kavramsal anlamalarının incelenmesi. *Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 15-23.
- Yıldız, F. (2011). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin elektrostatik konusuyla ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Yumuşak, A., Maraş, İ. & Şahin, M. (2016). Radyoaktivite konusunda kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik iki aşamalı bir teşhis testinin geliştirilmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(3), 810-828. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.282382>.

SUMMARY

Introduction

Two-tier concept tests are effective tools for diagnosing students' misconceptions in science education (Bozdağ, 2017; Tan et al., 2002; Varoğlu et al., 2020). These tests consist of a multiple-choice question followed by a reasoning question, which helps reduce guessing and increases the validity and reliability of assessments (Chen et al., 2002; Çakır & Aldemir, 2011). In the literature, such tests have been developed for various topics, including buoyancy (Şahin & Çepni, 2011), acids and bases (Lukum, 2023), chemical bonding (Hasanah, 2023), and sound (Orduhan & Şahin-Çakır, 2023). Electric charges and electrification are known to be difficult topics for students, and misconceptions in this area are common (Aydın & Özkara, 2011; Furió et al., 2004; Yıldız & Küçüközer, 2017). Although some researchers have developed open-ended, multiple-choice, or multi-tier tests on electricity (De Gupita et al., 2022; Onder-Celikkanli & Tan, 2022), no two-tier concept tests suitable for 8th-grade students were found. Therefore, in this study was aimed to develop a valid and reliable two-tier concept test to identify misconceptions related to electric charges, electrification, and electrically charged objects in 8th-grade students, addressing an important gap in the literature.

Method

The research was conducted in accordance with test development procedures, including the determination of the purpose of the ECT, the determination of its scope, its implementation, and data analysis. The sample group of the study consisted of 100 8th-grade students studying at four middle schools in the Beyşehir district center of Konya province during the spring semester of the 2021-2022 academic year. The sample of the study was determined according to the convenient sampling method. The data of the research were obtained with the developed two-tier concept test on electric charges, electrification and electrically charged objects (ECT). For the reliability of the first stage of the ECT, item analysis was performed. Opinions of experts were taken for the content validity of the ECT and the scores of the upper and lower groups were compared with the independent samples test for the construct validity. KR-20 and Cronbach Alpha coefficients were calculated for the reliability of the ECT.

Findings

The discrimination values of the ECT were calculated between 0.26 and 0.67, and the average distinctiveness value was calculated as 0.44. It was determined that the item difficulty value of the items in the first stage of the ECT was between 0.35 and 0.80, and the item difficulty average was 0.54. The KR-20 reliability coefficient of the questions in the first phase of the ECT was 0.68, and the Cronbach Alpha reliability coefficient of the ECT was calculated as 0.88 as a result of the analysis of the first and second phases together.

Discussion and Conclusion

Experts' opinions were sought for the content validity of the results of the ECT, and it is a method frequently used in such studies ((Bozdağ, 2017; Hasanah et al., 2023; Kurtoğlu-Güldalı & Karşı-Baydere, 2023; Lukum et al., 2023; Orduhan & Şahin-Çakır, 2023; Şahin & Çepni, 2012; Yumuşak et al., 2016). Considering that the mean discrimination value of the items in the ECT is 0.44, the discrimination power of the developed the ECT can be interpreted as "very good". It can be said that the validity of a test with high item discrimination is also high (Şahin, Yıldırım, Sürmeli & Güven, 2018). It was determined that the items in the first stage of the ECT were of medium difficulty and the discrimination was quite good. Independent t-test results also indicate that the

ECT is suitable for its purpose. In the study, a valid and reliable two-tier concept test consisting of 19 questions on electric charges, electrification and electrically charged objects was developed.

ORCID

Betül ŞİMŞEK  ORCID 0000-0001-9892-3871

Çiğdem ŞAHİN ÇAKIR  ORCID -0001-7041-3773

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Bu çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve yazılı hale getirilmesinde araştırmacılar eşit oranda katkı sağlamıştır.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Araştırmanın test geliştirme sürecinde uzman görüşlerinden faydalandığımız Trabzon Üniversitesi Eğitim Fakültesi öğretim üyesi Doç. Dr. Hava İPEK AKBULUT’a, Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi öğretim üyeleri Doç. Dr. Ümmü Gülsüm DURUKAN’a ve Doç. Dr. Mehmet ALVER’e ve Fen Bilimleri Öğretmeni Bilim Uzmanı İlayda AYHAN’a teşekkür ederiz. Ayrıca veri toplama sürecinde kavram testini cevaplayan Konya ili Beyşehir ilçesinde öğrenim gören 8. sınıf öğrencilerine teşekkür ederiz.

Çatışma Beyanı

Araştırmacıların, araştırma ile ilgili diğer kişi ve kurumlarla herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması yoktur.

Etik Kurul Beyanı

Bu araştırma, Giresun Üniversitesi Sosyal Bilimler Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırmaları Etik Kurulunun 07 Nisan 2021 tarih ve 09/15 sayılı toplantısında

görü         olup, 08.04.2021 tarihli ve E-50288587-050.01.04-17143 sayılı yazısı ile Etik Kurul onayı alınarak y  r          r.

