



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN MADDE KONUSUNDAKİ KAVRAM YANILGILARININ
DÖRT AŞAMALI TESTLE BELİRLENMESİ

Çiğdem H. TAMKAVAS

Doktora Tezi

Ankara, 2026

Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

Daha ileriye ... En İyiyeye ...



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN MADDE KONUSUNDAKİ KAVRAM YANILGILARININ
DÖRT AŞAMALI TESTLE BELİRLENMESİ

DETERMINING MIDDLE SCHOOL STUDENTS' MISCONCEPTIONS ABOUT MATTER
USING A FOUR-TIER DIAGNOSTIC TEST

Çiğdem H. TAMKAVAS

Doktora Tezi

Ankara, 2026

Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Çiğdem Hasibe TAMKAVAS'nın hazırladığı “Ortaokul Öğrencilerinin Madde Konusundaki Kavram Yanılgılarının Dört Aşamalı Testle Belirlenmesi” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalında Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı	Prof. Dr. Sinan ERTEN	İmza
Jüri Üyesi (Danışman)	Prof. Dr. Cemil AYDOĞDU	İmza
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Seyit Ahmet KIRAY	İmza
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Sevgi KINGİR	İmza
Jüri Üyesi	Doc. Dr. Hakkı İlker KOŞTUR	İmza

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 17 / 06 / 2026 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca / / tarihi itibarıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Necla TURANLI

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Öz

Bu araştırmada, ortaokul öğrencilerinin madde konusundaki kavramsal anlamaları incelenmiş, öğrencilerin bilimsel bilgi düzeyleri, bilgi eksiklikleri ve kavram yanlışları dört aşamalı bir kavram testi aracılığıyla belirlenmiştir. Çalışma nicel araştırma yaklaşımı kapsamında yürütülmüş ve tarama modeline dayandırılmıştır. Araştırmanın örneklemini, Eskişehir'in Tepebaşı ilçesindeki farklı okullarda öğrenim gören 430 sekizinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen, dört aşamalı yapıda ve 16 maddeden oluşan Madde Kavram Testi (MKT) kullanılmıştır. Test, öğrencilerin madde konusuna ilişkin bilgi düzeyleri ile yanıtlarına duydukları güveni, sundukları gerekçeleri ve bu gerekçelere yönelik eminlik düzeylerini birlikte değerlendirmektedir. Veriler SPSS ve Excel programlarıyla analiz edilmiş; dört aşamalı yapıya ait yanıt örüntüleri çözümlenerek maddelerdeki yanlış içerik – gerekçe kombinasyonlarından bütüncül kavram yanlışları türetilmiş ve bu yanlışların frekans – yüzde dağılımları hesaplanmıştır. Bulgular, öğrencilerin atom, saf madde, karışım ve karışımların ayrılması konularında çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduğunu göstermektedir. Bu yanlışların çoğunun günlük yaşam deneyimlerine dayalı açıklamalardan, görünüşe dayalı yapılan sınıflandırmalardan veya eksik kavramsal bağlantılardan kaynaklandığı görülmüştür. Genel olarak sonuçlar, maddenin tanecikli yapısı ile ilgili kavramsal süreçlerin öğretiminde görsel temsillerin, modellerin veya daha yapılandırılmış örneklerin kullanılmasının öğrencilerin kavramsal öğrenmelerine daha fazla katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Anahtar sözcükler: madde, kavram yanlışlığı, dört aşamalı test, geçerlik, güvenirlik, fen eğitimi.

Abstract

In this study, middle school students' conceptual understanding of matter was examined, and their scientific knowledge levels, knowledge gaps, and misconceptions were identified through a four-tier concept test. The study was carried out within the scope of a quantitative research approach and was based on a survey model. The sample consisted of 430 eighth-grade students attending different schools in the Tepebaşı district of Eskişehir. The data collection tool was the Matter Concept Test (MCT), developed by the researcher, which includes 16 items structured across four tiers. The test evaluates students' knowledge of the topic, their confidence in their answers, the reasons they provide, and the certainty they assign to these reasons. The data were analyzed using SPSS and Excel; response patterns of the four-tier structure were examined, and integrated misconception statements were derived from incorrect content–reason combinations in the items. The frequency and percentage distributions of these misconception categories were then calculated. The findings indicate that students hold various misconceptions regarding pure substances, atoms, mixtures, and methods of separating mixtures. Most of these misconceptions appear to stem from everyday experiences, surface-level classifications, or incomplete conceptual connections. Overall, the results suggest that the use of visual representations, models, and more structured examples in teaching the particulate nature of matter and related conceptual processes may contribute more effectively to students' conceptual learning.

Keywords: Matter, misconception, four-tier stage test, validity, reliability, science education.

Teşekkür

Doktora sürecimin ilk gününden itibaren akademik rehberliği, desteği, yönlendirmeleri ve gelişimime sağladığı önemli katkılarla çalışmamın tüm aşamalarına ışık tutan, her zaman güven veren yaklaşımıyla beni cesaretlendiren danışmanım Prof. Dr. Cemil Aydoğdu'ya içten teşekkür ederim.

Çalışmamın tüm aşamalarında bilgi ve deneyimini esirgemeyen bana zaman ayıran, sabırlı desteği ve cesaret verici tutumuyla sürecin şekillenmesinde önemli katkılar sunan Prof. Dr. S. Ahmet Kıray'a gönülden teşekkür ederim.

Tez sürecinde yönelttiğim sorulara sabırla yanıt veren ve her aşamada yardımcı olan Arş. Gör. Atilla Ayaz Ünsal ve Arş. Gör. Dr. Fatma Şener'e teşekkür ederim.

Doktora eğitimim süresince derslerini alma fırsatı bulduğum tüm hocalarıma, akademik gelişimime sağladıkları katkılar ve paylaştıkları deneyimler için teşekkür ederim.

Hayatımın her döneminde yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen annem Ayşen Tamkavas'a; mezuniyetimi göremese de emeği ve desteğiyle her zaman yanımda hissettiğim babam İhsan Tamkavas'a; desteğini her zaman hissettiren ve her koşulda bana inanan ablalarım Nermin Tamkavas, Emine Tamkavas Cicim, Ebru Tamkavas ve Funda Tamkavas'a; ayrıca sevgileri ve enerjileriyle bana güç veren yeğenlerim Su Küçükkerniç, İhsan Güneş Cicim ve Deniz Cicim'e içten teşekkür ederim.

Bu süreç boyunca yanımda olan ve desteğini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Burcu Yumrukaya, Dr. Sibel Özdoğru Şenel ve Tuğba Sevimli'ye teşekkür ederim. Ayrıca bu süreçte farklı vesilelerle yanımda olan tüm dostlarıma teşekkür ederim.

İçindekiler

Kabul ve Onay	ii
Öz	iii
Abstract	iv
Teşekkür	v
Tablolar Dizini	viii
Şekiller Dizini	ix
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini	x
Bölüm 1 Giriş	1
Problem Durumu.....	2
Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	4
Araştırma Problemi.....	6
Sayıtlılar.....	6
Sınırlılıklar.....	6
Tanımlar.....	7
Bölüm 2 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar.....	8
Kavram Yanılgısı	8
Kavram Yanılgılarının Nedenleri.....	10
Kavram Yanılgılarını Tespit Etme Yöntemleri.....	17
Madde Konusunun Öğretimi	34
İlgili Araştırmalar	38
Bölüm 3 Yöntem	42
Araştırmanın Türü.....	42
Araştırmanın Evreni ve Örneklemi.....	42
Veri Toplama Süreci	44
Veri Toplama Araçları	44
Veri Analizi.....	56

Bölüm 4 Bulgular, Yorumlar ve Tartışma	60
Bulgular ve Yorumlar	60
Tartışma.....	70
Bölüm 5 Sonuç ve Öneriler	75
Sonuç.....	75
Öneriler	76
Kaynaklar	78
EK-A: Dört Aşamalı Madde Kavram Testi (MKT) Geliştirme Sürecinde Ortaokul 8. Sınıf Öğrencilerine Sorulan Açık Uçlu Sorular	97
EK-B: Veri Toplama Aracı.....	106
EK-C: Veri Toplama Aracı Cevap Anahtarı.....	119
EK-Ç: Eğitim Bilimleri Enstitüsü Araştırma Etik Kurulu Onay Bildirimi.....	122
EK-D: Etik Beyanı	123
EK-E: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu	124
EK-F: Thesis/Dissertation Originality Report	125
EK-G: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı.....	126

Tablolar Dizini

Tablo 1 <i>Dört Aşamalı Testte Yanıt Kombinasyonlarına Göre Kavramsal Anlama Kategorileri</i>	31
Tablo 2 <i>Cinsiyet Dağılımı</i>	43
Tablo 2 <i>MKT Faktör Yüğü</i>	50
Tablo 4 <i>MKT'nin Korelasyon Değerleri</i>	52
Tablo 5 <i>Madde Güçlük ve Madde Ayırt Edicilik İndeksi Değerlerine Göre Değerlendirme Ölçütleri</i>	54
Tablo 6 <i>MKT'de Kalan Maddelerin Güçlük ve Ayırt Edicilik Düzeyleri</i>	55
Tablo 7 <i>MKT'nde Öğrencilerin Madde Konusundaki Cevaplarının Gruplandırılması</i>	61
Tablo 8 <i>MKT'nde Yer Alan Olası Kavram Yanılgıları</i>	64
Tablo 9 <i>MKT'nin Maddelerde Yer Alan Kavram Yanılgılarının Yüzde Oranları</i>	67

Şekiller Dizini

Şekil 1 <i>Yamaç Birikinti Grafiği</i>	49
Şekil 2 <i>MKT'nin Maddelerde Yer Alan Kavram Yanılgılarının Yüzde Oranları</i>	67
Şekil 3 <i>MKT'de %10'un Üzerinde Görülen Kavram Yanılgıları</i>	68

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

MKT: Madde Kavram Testi

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

Ort.: Ortalama

Bölüm 1

Giriş

Fen bilimleri dersi, bireylerin çevrelerini anlamlandırmalarına, günlük yaşamda karşılaştıkları doğa olaylarını açıklamalarına ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlayan temel derslerden biridir. Ancak ortaokul öğrencileri fen bilimleri derslerinde çok sayıda soyut kavramla karşılaşmakta ve bu durum öğrenme sürecini güçleştirmektedir. Öğrencilerin bilişsel gelişim düzeyleri bu güçlükte önemli rol oynamaktadır. Piaget'nin bilişsel gelişim kuramına göre 7 – 11 yaş aralığındaki çocuklar somut işlemler döneminde ve öğrenmeleri daha çok gözlenebilir, doğrudan deneyimlenebilir durumlar üzerinden gerçekleştirmektedir. Soyut işlemler dönemine geçişle birlikte öğrenciler soyut kavramları zihinsel olarak işleyebilme kapasitesi kazanırlar; ancak bu geçiş ortaokul yıllarında kademeli şekilde gerçekleştiğinden soyut fen kavramlarının anlaşılmasında güçlükler ortaya çıkabilmektedir (Başaran & Öğretir Özçelik, 2021; Özsevgeç ve ark., 2006).

Öğrenciler yeni bilgileri önceki bilgi ve deneyimleriyle ilişkilendirerek anlamlandırır. Ön bilgilerindeki eksiklikler, yanlış genellemeler veya günlük yaşam dilinin bilimsel kavramlarla çelişmesi ise kavramların hatalı biçimde öğrenilmesine yol açabilmektedir (Karakuş, 2019). Bu durum özellikle soyut kavramların yoğun olduğu fen kazanımlarında daha belirgindir. Öğrenciler bilimsel olmayan açıklamalar geliştirdiklerinde, bu durum kalıcı hale gelerek kavram yanlışlarının oluşmasına neden olmaktadır. Kavram yanlışları yalnızca yanlış bilgi olarak değil, öğrencinin kendince tutarlı bir düşünce sistemi olarak değerlendirilir ve bu nedenle geleneksel öğretim yöntemleriyle düzeltilmeleri oldukça güçtür (Özdoğan, 2019). Sağlıklı ve kalıcı öğrenmelerin gerçekleşebilmesi için öğrencilerin mevcut kavram yanlışlarının belirlenmesi ve uygun müdahalelerinin uygulanması gerekmektedir.

Madde konusu, fen bilimleri öğretiminde öğrencilerin zorlandıkları öğrenme alanlarından biridir. Maddenin tanecikli yapısı, çözünme, yoğunluk, hâl değişimleri, saf

madde – karışım ayrımı gibi pek çok alt kavram, soyut düşünmeyi ve mikro düzeyde zihinsel model oluşturmayı gerektirmektedir. Literatürde bu konuya ilişkin çok sayıda kavram yanılıgısına rastlanması, madde konusu kavram yanılıgılarının sık görüldüğü bir öğrenme alanı haline getirmektedir (Altay & Balım, 2021; Arini ve ark., 2025). Bu nedenle madde konusundaki kavram yanılıgılarının belirlenmesi öğretim sürecinin niteliği açısından kritik öneme sahiptir.

Bu araştırmada, ortaokul öğrencilerinin madde konusuna ilişkin kavramsal öğrenmelerini çok boyutlu olarak incelemek; sahip oldukları bilimsel bilgi düzeylerini, bilgi eksikliklerini ve kavram yanılıgılarını ayrıntılı biçimde ortaya çıkarmak amacıyla dört aşamalı bir kavram testi kullanılmıştır. Dört aşamalı test yaklaşımı, öğrencilerin yalnızca doğru yanıtlarını değil, yanıtlarının ardındaki gerekçeleri ve bu yanıtlara ilişkin güven düzeylerini de değerlendirmeye imkân tanımaktadır. Bu yapı, öğrencilerin kavramları nasıl anlamlandırdıklarına, hangi zihinsel modelleri kullandıklarına ve hangi tür düşünme hatalarının kavram yanılıgılarına dönüştüğüne dair bütüncül bir analiz yapmasına olanak sağlamaktadır. Böylece kavramsal anlamının niteliğine ilişkin daha derinlikli ve güvenilir veriler elde edilmesi mümkün olmaktadır. Tüm bu açıklamalar, madde konusundaki kavramsal öğrenmeyi değerlendirebilecek nitelikli ölçme araçlarının önemini daha da görünür kılmakta ve bu alanda yapılacak çalışmaların gerekliliğine işaret etmektedir.

Problem Durumu

Fen bilimleri öğretiminde öğrencilerin kavramsal anlamalarını etkileyen en önemli unsurlardan biri, öğrenme sürecine taşıdıkları ön bilgiler ve bu bilgilerin bilimsel gerçeklikle ne ölçüde uyduğuudur. Fen bilimleri dersi günlük yaşamla iç içe olmasına rağmen, içerdüğü çok sayıdaki soyut kavram nedeniyle öğrencilerin kavramları anlamlandırmakta zorlandıkları bilinmektedir (Özdemir, 2006). Özellikle gözlenemeyen ya da doğrudan deneyimlenemeyen kavramların öğrenciler tarafından zihinde yapılandırılması ve

anlamlandırılması güçleşebilmekte, bu durum kavramların eksik ya da hatalı öğrenilmesine neden olabilmektedir (Akdağ Kılıcı, 2019; Kavak, 2007).

Fen bilimleri eğitimi literatürü incelendiğinde, kavram yanlışlarının farklı sınıf düzeylerinde ve çeşitli konularda yaygın biçimde görüldüğü ortaya çıkmaktadır (Akdağ Kılıcı, 2019; Akgün ve ark., 2005; Bradley & Mosimege, 1998; Ecevit & Şimşek Özdemir, 2017; Erenel Ayer, 2021; Kasap & Ültay, 2014; Sarı Ay, 2011). Araştırmalar, özellikle çözelti, çözünme, yoğunluk, erime, hâl değişimi ve saf madde – karışım ayrımı, atom gibi alt konuların soyut yapısı nedeniyle öğrencilerde kavram yanlışlarının sık görüldüğünü göstermektedir (Kardaş ve ark., 2020; Köleli, 2019; Taşdemir, 2019). Bu temalar, öğrencilerin günlük yaşam deneyimlerinden türettikleri açıklamalarla bilimsel açıklamaların çoğu zaman örtüşmediği alanlardır. Clement (1993), öğrencilerin makro düzeyde gözlenen fenomenleri mikro düzeydeki tanecik modelleriyle ilişkilendirmekte zorlanmalarının kavram yanlışlarının temel kaynaklarından biri olduğunu belirtmektedir.

Literatürde madde ve karışımlar konusuna ilişkin çok sayıda çalışma (örn. Avcı, 2015; Bulut, 2020) bulunmasına rağmen, yapılan kapsamlı taramalar ortaokul düzeyinde “Saf Madde ve Karışımlar” konusuna özgü dört aşamalı bir tanılayıcı testin bulunmadığını göstermektedir. Bu durum, konuya özgün, kapsamlı ve çok boyutlu bir ölçme aracına duyulan gereksinimi açıkça ortaya koymaktadır. Geleneksel çoktan seçmeli testler öğrencilerin yalnızca doğru yanıtlarını belirlemekte; oysa kavram yanlışlarının güvenilir biçimde tespit edilebilmesi için öğrencinin yanıtının ardındaki düşünme sürecinin, seçilen gerekçelerin ve yanıtla yönelik güven düzeyinin de değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu noktada dört aşamalı testler, kavramsal anlamayı tanımada önemli bir avantaj sunmaktadır (Ma ve ark., 2025; Kıray & Şimşek, 2020). Dört aşamalı testler; öğrencilerin seçtikleri yanıtların doğruluğunu, bu yanıtları hangi gerekçelerle desteklediklerini ve hem yanıtlarına hem de gerekçelerine ilişkin güven düzeylerini eş zamanlı olarak değerlendirmektedir (Ma ve ark., 2025; Kaltakçı, 2012; Kıray & Şimşek, 2020). Böylelikle öğrencilerin sahip oldukları bilimsel bilgi düzeyleri, bilgi eksiklikleri ve kavram yanlışlarının

hangi bilişsel örüntüler üzerine kurulu olduğu ayrıntılı biçimde ortaya çıkarılabilmektedir (Kaltakçı, 2012; Kıray & Şimşek). Geliştirilecek bu tür test, yalnızca tanılama amacı taşımakla kalmayacak; aynı zamanda öğretmenlerin öğretim süreçlerini kavram yanılgılarını giderecek şekilde düzenlemelerine katkı sağlayacaktır. Bu araştırma, madde konusuna ilişkin kavramsal anlamının yapısal özelliklerini, öğrencilerin hangi alt kavramlarda zorlandıklarını ve kavram yanılgılarının hangi bilişsel süreçler sonucunda ortaya çıktığını ortaya koyarak literatüre hem içerik hem de yöntem açısından özgün bir katkı sunmayı hedeflemektedir.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Fen bilimleri eğitimi, bireylerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirmeyi, doğal olayları açıklayabilmelerini ve günlük yaşamla ilişkilendirilmiş bilgi yapılarını oluşturmalarını hedefleyen temel bir disiplin olduğundan ülkelerin bilimsel ve teknolojik gelişmişlik düzeyinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Ancak fen öğretiminin içerdiği birçok kavram soyut özellik taşıdığı için öğrencilerin bu kavramları anlamlandırma süreçlerinde güçlükler yaşadığı ve kavram yanılgılarının yaygın biçimde ortaya çıktığı bilinmektedir (Aydoğan, 2016; Bulut, 2020; Demirtaş ve ark., 2011; Uyanık, 2019). Bu durum, özellikle madde ve maddeye ilişkin alt kavramlarda daha belirgindir; çünkü öğrenciler makro düzeyde gözledikleri olayları tanecik modelleriyle ilişkilendirmekte zorlanmakta ve bu hatalı zihinsel şemaların oluşmasına yol açmaktadır.

Madde konusu, kavramsal karmaşıklığı nedeniyle fen bilimlerinde kavram yanılgılarının sık görüldüğü öğrenme alanlarından biridir (Arini ve ark., 2025; Gökulu, 2017). Literatürde madde, atom, saf madde – karışım ayrımı, çözünme, yoğunluk ve hâl değişimi gibi temel kavramların öğretime yönelik çalışmalar bulunmakla birlikte (Avcı ve ark., 2018; Bulut, 2020; Gökulu, 2017; Yang ve ark., 2014), bu çalışmaların önemli bir bölümünde öğrencilerin kavramsal anlamaları sınırlı ölçme araçlarıyla değerlendirilmektedir (Avcı ve ark., 2018; Bulut, 2020; Gökulu, 2017). Geleneksel çoktan seçmeli testler, öğrencilerin

yalnızca doğru – yanlış yanıtlarını belirleyebilmekte; ancak yanıtların ardındaki gerekçe yapılarının, düşünme süreçlerinin ve öğrencilerin yanıtlarına yönelik güven düzeylerinin belirlenmesine imkân vermemektedir. Oysa kavram yanılgıları doğrudan gözlenemeyen, öğrencinin bilişsel yapısına gömülü ve dirençli bilgi örüntüleri olduğundan, bu yapıları tam ve güvenilir biçimde ortaya çıkarmak için daha derinlemesine ölçme araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Hammer, 1996; Hasan ve ark., 1999).

Bu noktada dört aşamalı testler, kavramsal anlamayı tanımada sundukları çok boyutlu yapı sayesinde önemli bir yenilik olarak öne çıkmaktadır. Dört aşamalı testler, öğrencilerin yanıtlarının doğruluğunu, bu yanıtları destekleyen gerekçeleri, gerekçelerin bilimsel tutarlılığını ve yanıtlarına yönelik güven düzeylerini eş zamanlı olarak değerlendirme olanağı sunmaktadır (Kıray & Şimşek, 2020; Putica, 2022). Bu özellikleri sayesinde öğrencilerin bilimsel bilgi düzeylerini, bilgi eksikliklerini ve kavram yanılgılarını ayrıntılı bir biçimde ortaya koymakta; kavram yanılgılarının hangi gerekçe türleriyle ilişkili olduğunu anlamaya imkân tanımaktadır. Bu açıdan bakıldığında dört aşamalı testler, madde konusundaki kavramsal anlamayı değerlendirirken yalnızca hatalı yanıtları tanımakla kalmayıp, bu hataların altında yatan bilişsel mekanizmaları da görünür kılmaktadır.

Bu araştırma hem eğitim literatürüne hem de ölçme ve değerlendirme literatürüne çeşitli açılardan katkı sağlamaktadır. Öncelikle, madde konusuna yönelik kavram yanılgılarının dört aşamalı bir test aracılığıyla belirlenmesi, mevcut çalışmaların çoğunda yer almayan çok boyutlu bir değerlendirme yaklaşımı sunmaktadır. İkinci olarak, elde edilen veriler aracılığıyla öğrencilerin madde konusundaki bilimsel bilgi düzeyleri bilgi eksiklikleri ve kavram yanılgılarının niteliği ayrıntılı biçimde ortaya konulmakta; böylece kavramsal öğrenmenin yapısal özellikleri daha net anlaşılmaktadır. Son olarak çalışma, öğretmenlere öğretim sürecinde hangi alt kavramlarda daha fazla güçlük yaşandığını, öğrencilerin hangi tür yanılgılara eğilim gösterdiğini ve öğrenme süreçlerinde hangi noktalarda müdahale gerektiğini göstererek uygulamaya yönelik önemli ipuçları sunmaktadır. Bu yönleriyle

araştırma hem kavramsal hem de uygulamalı boyutuyla fen eğitimi literatüründe önemli bir boşluğu doldurmayı hedeflemektedir.

Araştırma Problemi

Bu araştırmanın temel problemi, ortaokul öğrencilerinin madde konusundaki bilimsel bilgi düzeylerini, bilgi eksikliklerini ve kavram yanlışlarını belirlemektir.

Alt Problemler

Bu temel problem doğrultusunda araştırmada aşağıdaki problemlere yanıt aranmıştır:

1. Ortaokul öğrencilerinin madde konusundaki bilimsel bilgi düzeyleri, bilgi eksiklikleri ve kavram yanlışlarına ilişkin faktör temelli bulgular nelerdir?
2. Ortaokul öğrencilerinin madde konusu ile ilgili sahip oldukları bilimsel bilgileri ne düzeydedir?
3. Ortaokul öğrencilerinin madde konusu ile ilgili sahip oldukları bilgi eksiklikleri ne düzeydedir?
4. Ortaokul öğrencilerinin madde konusundaki belirlenen kavram yanlışları ve bu kavram yanlışlarının görülme yüzdeleri nelerdir?

Sayıtlar

Bu araştırmada aşağıda yer alan sayıltıya göre hareket edilmiştir:

1. Kavram testini yanıtlayan öğrencilerin verdikleri yanıtlar, kendi bilgi ve düşüncelerini yansıtmaktadır.

Sınırlılıklar

Bu araştırma aşağıdaki sınırlılıklar çerçevesinde yürütülmüştür.

1. Araştırma, 2024 – 2025 eğitim – öğretim yılında Eskişehir ilinde öğrenim gören 8. sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.
2. Veriler, madde konusuna yönelik olarak geliştirilen 16 maddelik dört aşamalı “Madde Kavram Testinden” elde edilen bilgilerle sınırlıdır.
3. Araştırmanın sonuçları, ortaokul öğrencilerinin madde konusuna yönelik bilimsel bilgileri, bilgi eksiklikleri ve kavram yanlışları ile sınırlıdır.

Tanımlar

Bilimsel Bilgi: Öğrencilerin Madde Kavram Testi’nin birinci aşamasında doğru cevabı, ikinci aşamada bu cevaba ilişkin güven düzeyini “eminim”, üçüncü aşamada doğru gerekçeyi ve dördüncü aşamada bu gerekçeye ilişkin güven düzeyini “eminim” olarak işaretlemeleri bilimsel bilgi olarak değerlendirilmektedir.

Bilgi Eksikliği: Öğrencilerin Madde Kavram Testi’nin birinci ve/veya üçüncü aşamalarındaki yanıtlarına ilişkin güven düzeyini “emin değilim” olarak belirtmeleri ya da bilimsel bilgi ve kavram yanlışları kapsamında değerlendirilmeyen yanıt örüntüleri sergilemeleri bilgi eksikliği olarak değerlendirilmektedir.

Kavram Yanılgısı: Öğrencilerin Madde Kavram Testi’nin birinci aşamasında yanlış cevabı seçmeleri, ikinci aşamada bu cevaba ilişkin güven düzeyini “eminim” , üçüncü aşamada yanlış gerekçeyi seçmeleri ve dördüncü aşamada ise bu gerekçeye ilişkin güven düzeyini “eminim” olarak işaretlemeleri kavram yanlışlığı olarak değerlendirilmektedir.

Bölüm 2

Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Kavram Yanılgısı

Fen öğretiminde öğrencilerin bilimsel kavramları anlamlandırma sürecinde karşılaşılan en temel güçlüklerden biri, öğrenenlerin mevcut bilgi yapılarının yeni kavramlarla çelişmesidir. Öğrenciler günlük yaşam deneyimlerine, önceki öğrenmelerine ve zihinsel modellerine dayanarak yeni bilgileri anlamlandırmaya çalışırlar. Ancak bu süreçte, bazı kavramlar bilimsel gerçeklikten uzak, öğrencinin kendince tutarlı fakat hatalı açıklamalar olarak zihinde yerleşebilir. Literatürde bu durum kavram yanılgısı olarak tanımlanmaktadır (Clement, 1993; Vosniadou, 2008)

Kavram yanılgısı yalnızca yanlış bilgi değildir, öğrencinin zihninde mantıksal bir bütünlük taşıyan, çoğu zaman dirençli ve öğretimle kolayca değişmeyen bilişsel yapılardır. Bu nedenle kavram yanılgıları, öğrenme sürecinde basit hatalardan ayrılır. Öğrenci, yanlış bir yanıt verdiğiğinde bu yanıtla yüzleştirildiğinde hatayı düzeltebiliyorsa bu durum bir “bilimsel hata” olarak kabul edilir; ancak öğrenci yanlış açıklamasında ısrarcıysa ve bunu gerekçeleriyle savunuyorsa bu durum kavram yanılgısına işaret eder (Eryılmaz, 2002; Kırtak Ad & Kocakülâh, 2013; Sarı Ay, 2011).

Kavram yanılgıları çoğunlukla yeni kavramları önceki şemalarına uydurmaya çalışmasıyla ortaya çıkar. Vosniadou (2008), öğrencilerin soyut kavramları anlamlandırırken günlük deneyimlerinden türettikleri sezgisel modelleri kullandığını ve bu modellerin bilimsel kavramlarla örtüşmediği zaman yanılgıların kaçınılmaz hale geldiğini belirtmektedir. Bu durum özellikle mikroskobik yapı, tanecikli model, saf madde – karışım ayrımı gibi soyut düzeyde temsil gerektiren konularda daha belirgindir.

Fen eğitiminde kavram yanılgıları, öğrencinin yeni bilgiyi yapılandırmasını güçleştirmekte; dolayısıyla öğretim sürecinin kalitesini doğrudan etkilemektedir. Öğrencinin zihninde var olan yanılğı giderilmeden yeni kavramların doğru şekilde öğrenilmesi çoğu

zaman mümkün olmamaktadır (Önder Çelikkanlı, 2019; Türkdoğan ve ark., 2015). Bu nedenle, kavram yanlışlarının erken dönemde belirlenerek uygun öğretim müdahaleleriyle ele alınması, fen öğretiminin etkili biçimde yürütülebilmesi açısından temel gerekliliklerden biri olarak görülmektedir.

Son yıllarda kavram yanlışlarının bilişsel yapı içerisindeki konumu daha ayrıntılı biçimde ele alınmış; tanecikli yapı, hâl değişimleri, karışımların özellikleri, çözeltiler, yoğunluk ve atom gibi pek çok alt kavramda öğrencilerin farklı düzeylerde yanlışlara sahip olduğu çeşitli araştırmalarda ortaya konmuştur (Akdağ Kılıcı, 2019; Altay & Balım, 2021; Avcı ve ark., 2018; Çalgıcı ve ark., 2020; Erenel Ayer, 2021; Geçgel & Şekerci, 2018; Kandemir & Apaydın, 2020; Kapıcı & Akçay, 2016; Kardaş ve ark., 2020; Kılınç, 2017). Bu çalışmalar, kavram yanlışlarının yalnızca yanlış bilgi olmadığını, belirli örüntüler izleyen düşünme biçimleri olduğunu göstermektedir.

Kavram yanlışlarının dirençli yapısı, öğretim sürecine yönelik ölçme ve değerlendirme uygulamalarının da yeniden ele alınmasını gerektirmiştir. Özellikle öğrencilerin yalnızca doğru yanıt seçmelerinin kavramsal anlayış hakkında güvenilir bilgi vermediği; yanıtların gerekçelendirilmesinin ve bilişsel güven düzeyinin de dikkate alınması gerektiği görüşü yaygınlaşmıştır. Bu nedenle kavram yanlışlarının tespitinde klasik çoktan seçmeli testlerin sınırlılıklarına karşılık, son yıllarda dört aşamalı testlerin giderek daha fazla önem kazandığı görülmektedir (Caleon & Subramaniam, 2010; Hermita ve ark., 2017; Jumilah & Wasis, 2023). Bu bağlamda kavram yanlışlığı, fen eğitimi literatüründe hem öğrencilerin zihinsel modellerinin anlaşılmasında hem de etkili öğretim tasarımının oluşturulmasında kritik olarak konumlanmaktadır.

Kavram yanlışları, öğrencilerin bilgi edinme süreçlerinin kaçınılmaz bir parçası olmakla birlikte, bu yanlışların hangi koşullarda ortaya çıktığını anlamak öğretim sürecinin niteliği açısından kritik öneme sahiptir. Öğrencilerin sahip oldukları yanlış bilişsel yapılar çoğu zaman rastlantısal değildir; belirli bilişsel eğilimler, öğrenme ortamındaki eksiklikler, öğretim sürecindeki hatalar ve günlük yaşam deneyimlerinin etkisiyle sistematik biçimde

oluşmaktadır. Bu nedenle kavram yanlışlarını yalnızca sonuç olarak görmek yeterli değildir; yanlışların altında yatan bilişsel ve pedagojik dinamiklerin anlaşılması gerekmektedir. Bir başka deyişle, kavram yanlışlarının nasıl, neden ve hangi koşullarda gidermeye yönelik etkili öğretim stratejilerinin giderilmesine zemin hazırlamaktadır. Bu bağlamda, kavram yanlışlarının oluşumuna yol açan temel nedenlerin incelenmesi, çalışmanın kuramsal çerçevesinin tamamlayıcı bir unsuru niteliğindedir.

Kavram Yanlışlarının Nedenleri

Öğrencilerin bilimsel kavramları nasıl yapılandırdığı, öğrenme sürecinin niteliğini belirleyen temel unsurlardan biridir. Ancak kavram yanlışlarının ortaya çıkışı çoğu zaman tek bir kaynağa indirgenemeyecek kadar karmaşık bir süreçtir. Öğrencilerin bilişsel gelişim özellikleri, ön bilgileri, günlük yaşam deneyimleri, öğretmenin konuya ilişkin yeteneği, kullanılan öğretim yöntem ve materyalleri ile öğrenme ortamının niteliği bu süreci doğrudan etkilemektedir (Hammer, 1996; Kaltakçı & Didiş, 2007). Bu nedenle kavram yanlışları, yalnızca bireyin yanlış öğrenmesinin değil; öğretim sürecindeki çeşitli pedagojik ve çevresel etkenlerin ortak bir yansıması olarak ele alınmaktadır. Literatürde, kavram yanlışlarının oluşumuna yol açan başlıca etmenler “öğrencilerin kavramsal süreçlerinden kaynaklanan etkenler”, “öğretim sürecinden kaynaklanan etkenler” ve “öğrenme ortamı ve çevresel faktörlerden kaynaklanan etkenler” olmak üzere 3 ana kategori altında sunulabilir.

Öğrencilerin Kavramsal Süreçlerinden Kaynaklanan Etkenler

Öğrencilerin yeni bir kavramı anlamlandırma süreci, mevcut bilişsel yapıları ve ön bilgileriyle yakından ilişkilidir. Öğrenme; yeni bilginin var olan şemalarla bütünleştirilmesi veya gerektiğinde bu şemaların yeniden düzenlenmesi yoluyla gerçekleşir. Ancak öğrencinin ön bilgisinin bilimsel kavramla örtüşmediği durumlarda, yeni bilgi ile mevcut bilişsel yapı arasında çatışmalar ortaya çıkmakta ve bu durum kavram yanlışlarının oluşumunu kolaylaştırmaktadır (Kaya, 2010; Sarı Ay, 2011). Öğrenci çoğu zaman yeni bilgiyi mevcut zihinsel modeline uydurarak anlamlandırmaya çalıştığı için, yanlış

genellemeler, eksik kavramsal bağlar ve günlük deneyimlerinden kaynaklanan sezgisel çıkarımlar kavramsal yanlış anlamaların temelini oluşturmaktadır (Kaya, 2020; Karakuyu, 2006).

Öğrencilerin günlük yaşam deneyimlerine dayalı akıl yürütmeleri, özellikle fen bilimleri derslerinde kavram yanılgılarının oluşmasında önemli rol oynamaktadır. Çünkü öğrenciler doğrudan gözlemledikleri makro düzeydeki olayları, bilimsel açıklamaların gerektirdiği mikro düzeydeki mekanizmalarla ilişkilendirmekte çoğu zaman zorlanmaktadır (Clement, 1993; Geçgel & Şekerci, 2018). Maddenin tanecikli yapısı, atom modelleri, saf madde – karışım ayrımı ve çözünme süreçleri gibi soyut ve modeli gerektiren konularda öğrencilerin sezgisel düşünme eğilimine yönelmesi, bilimsel bilgiden sapmalara yol açmaktadır. Vosniadou (2008), öğrencilerin yeni bilgiyi anlamlandırırken sahip oldukları sezgisel modelleri bir filtre gibi kullandıklarını; eğer bu modeller bilimsel bilgiyle çelişiyorsa kavram yanılgılarının kaçınılmaz olduğunu vurgulamaktadır. Bu durum, öğrencinin bilişsel açıdan tutarlı gördüğü ancak bilimsel olarak yanlış olan zihinsel yapıların zaman içinde pekişmesine neden olmaktadır.

Öğrencinin bilişsel süreçlerinden kaynaklanan bir diğer önemli etken, soyut kavramları ilişkilendirme ve temsil etme güçlüğüdür. Özellikle madde, atom, molekül, tanecik hareketi gibi doğrudan gözlemlenemeyen kavramların öğrenilmesi, öğrencinin sahip olduğu zihinsel modelin niteliğine bağlıdır. Bu kavramlar, öğrencinin mikro düzeydeki bilimsel açıklamaları makro düzeydeki gözlemleriyle ilişkilendirebilmesini gerektirdiğinden, yeterli temsil becerilerine sahip olmayan, öğrencilerde kavram yanılgıları daha sık ortaya çıkmaktadır (Altay & Balım, 2021). Öğrencinin zihinsel modelinin eksik veya yanlış yapılandırılması, yeni bilgiyi sistematik olarak hatalı yorumlamasında ve kavram yanılgılarının kalıcı hale gelmesine neden olabilmektedir.

Ön bilgilerin genellenmesi de bu kategoride önemli bir faktördür. Öğrenci, önceki sınıf düzeylerinde veya günlük yaşamında öğrendiği bilgileri bağlamından bağımsız biçimde farklı durumlara aktardığında kavramsal çarpıtmalar ortaya çıkabilmektedir. Örneğin

“çözünme” kavramının yalnızca “erime” ile ilişkilendirilmesi veya “maddelerin karışmasının her durumda görünmez hale gelmesi” olarak yorumlanması, ön bilgilerin hatalı genellemesinin tipik sonuçlarıdır (Erenel Ayer, 2021; Kardaş ve ark. 2020).

Ayrıca öğrencilerin bilişsel farkındalık ve öz-düzenleme becerilerinin yeterinde gelişmemiş olması da kavram yanlışlarının oluşumunda etkilidir. Öğrenciler çoğu zaman kendi düşünme süreçlerini sorgulamakta zorlanmakta, yanıtlarının neden doğru ya da yanlış olduğunu değerlendirme konusunda güçlük yaşamaktadır. Bu durum, özellikle çoktan seçmeli testlerde doğru cevabın şans eseri işaretlenmesi veya yanlış cevabın yüksek güvenle tercih edilmesi gibi sorunlara yol açmaktadır. Dört aşamalı testler gibi güven düzeyini de ölçen araçların geliştirilmesinin temel nedeni de öğrencinin düşünme sürecindeki farkındalık eksikliğini görünür kılmaktır (Çelik, 2024; Onay, 2023).

Tüm bu etkenler birlikte ele alındığında, kavram yanlışlarının öğrencilerin bireysel bilişsel süreçlerinin, sezgisel çıkarımlarının, ön bilgi yapılandırmalarının ve temsil becerilerinin bir sonucu olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Bu nedenle kavram yanlışlarının tespiti ve giderilmesine yönelik çalışmaların, öğrencilerin sahip olduğu bilişsel modelleri anlamayı merkeze alan çok boyutlu araçlarıyla desteklenmesi gerekmektedir.

Öğretim Sürecinden Kaynaklanan Etkenler

Fen bilimleri öğretiminde kavram yanlışlarının oluşumunda yalnızca öğrencilerin bireysel süreçleri değil, öğretim sürecinin niteliği de önemli etkenlerden biri olarak kabul edilmektedir. Öğretim sürecinde kullanılan yöntem, teknik, materyal ve öğretmenin konuya ilişkin alan bilgisi, öğrencinin yeni bilgiyi yapılandırma sürecini etkileyebilmektedir. Bu nedenle öğretim süreci, kavram yanlışlarının oluşmasında veya giderilmesinde kritik bir bileşen olarak değerlendirilmektedir (Meşin, 2019; Şen & Yılmaz, 2013).

Öğretmenlerin konuya ilişkin alan bilgisindeki eksiklikler, kavram yanlışlarının kaynağı olabilmektedir. Fen bilimleri derslerinde öğretmenin bilimsel açıklamaları yeterince derinlikli sunamaması veya kavramlar arası ilişkileri açık biçimde ifade edememesi,

öğrencilerin bilimsel olmayan anlamlar geliştirmesine zemin hazırlamaktadır (Doğan, 2010; Meşin, 2019; Özdoğan, 2019). Öğrenciler, öğretmenin açıklamalarını çoğu zaman otorite kaynağı olarak kabul ettikleri için öğretmen kaynaklı kavramsal hatalar kolaylıkla öğrenci zihnine taşınabilmektedir. Bu durum özellikle soyut ve mikro düzeyde açıklama gerektiren konularda daha belirgindir.

Öğretim sürecinde kullanılan yöntem ve tekniklerin yetersizliği de kavram yanlışlarının oluşmasına katkıda bulunan önemli bir diğer faktördür. Fen öğretimi çoğu zaman deney, gözlem, modelleme ve tartışma gibi etkinliklerle desteklendiğinde daha etkili sonuçlar vermektedir. Ancak öğretmenin geleneksel, anlatım ağırlıklı, pasif öğrenmeye dayalı yöntemleri tercih etmesi, öğrencinin kendi zihinsel modelini yapılandırma fırsatını sınırlandırmakta; bunun sonucunda öğrencide kalıcı yanlış anlamalar oluşabilmektedir (Akdağ Kılıcı, 2019; Ecevit & Şimşek Özdemir, 2017). Öğrencilerin derse aktif katılım sağlayamadığı, yaratıcı düşünme ve sorgulama süreçlerinin sınırlı olduğu sınıf ortamlarında kavram yanlışlarının daha yoğun görüldüğü literatürde sıklıkla vurgulanmaktadır (Coştu ve ark., 2007; Ecevit & Özdemir Şimşek, 2017; Şen & Yılmaz, 2013).

Öğretim materyallerinin niteliği de öğretim sürecinden kaynaklanan kavram yanlışlarının önemli bir kaynağıdır. Ders kitaplarında yer alan görsellerin ölçek boyut, modelleme veya temsil açısından doğru kullanılmaması; günlük dil ile bilimsel dil arasındaki uyumsuzluklar; yanlış genellemelere yol açan ifadeler veya eksik açıklamalar öğrencilerin yanlış zihinsel modeller geliştirmesine yol açabilmektedir (Akdağ Kılıcı, 2019; Doige & Day, 2012; Şen & Yılmaz, 2013). Özellikle maddelerin tanecikli yapısı, atom ve molekül modelleri gibi temsil gerektiren kavramlarda, ders kitaplarındaki sembolik çizimlerin ölçekten bağımsız olması veya gerçeği yansıtmaması, öğrencilerin bilimsel modelleri yanlış anlamasına neden olabilmektedir.

Laboratuvar ortamının verimli kullanılmaması da kavramsal anlamayı olumsuz etkileyen faktörler arasındadır. Fen bilimlerinde deneysel süreçler, öğrencinin soyut kavramları somutlaştırmasına ve zihinsel modellerini yapılandırmasına önemli katkılar

sağlar. Ancak laboratuvar etkinliklerinin sınırlı sayıda yapılması, deneylerin öğretmen tarafından gösterim şeklinde yürütülmesi veya öğrencilerin deney sürecinde aktif rol almaması, öğrenmenin yüzeysel kalmasına ve kavram yanlışlarının devam etmesine yol açabilmektedir (Şen & Yılmaz, 2013). Deneysel süreçte kullanılan araçların yanlış yorumlanması veya deney sonuçlarının genellenmesi de kavramsal yanlış anlamaları tetikleyebilmektedir.

Öğretim sürecinde kullanılan metafor, analogi ve benzetmeler öğrencilerin soyut kavramları anlamlandırmasına yardımcı olmakla birlikte, uygun seçilmediğinde kavram yanlışlarının kaynağı olabilmektedir. Öğretmenler çoğu zaman karmaşık bilimsel kavramları basitleştirmek amacıyla metaforlara başvurmaktadır; ancak bu benzetmeler, bilimsel kavramın tüm yönlerini karşılamadığında veya öğrenci benzetmeyi gerçek bir açıklama gibi algıladığında yanlış anlamalara neden olabilmektedir (Sarı Ay, 2011).

Son olarak, öğretimde kullanılan değerlendirme araçları da kavram yanlışlarının tespit edilmesini doğrudan etkilemektedir. Geleneksel çoktan seçmeli testler, öğrencinin yanıtının nedenlerini ve gerekçelerini ortaya koymadığı için kavram yanlışlarının çoğu zaman fark edilmeden devam etmesine zemin hazırlamaktadır. Bu nedenle dört aşamalı testler gibi güven düzeyini, gerekçe seçimini ve bilişsel tutarlılığı birlikte ele alan ölçme araçlarının kullanımının öğretim sürecinde giderek daha fazla önem kazandığı belirtilmektedir (Çelik, 2024; Kılınç, 2017; Onay, 2023).

Tüm bu etkenler birlikte değerlendirdiğinde, öğretim sürecinin niteliği, öğrencilerin kavramsal gelişiminin ve olası kavram yanlışlarının belirlenmesinde kritik bir değişken olarak karşımıza çıkmaktadır.

Öğrenme Ortamı ve Çevresel Faktörlerden Kaynaklanan Etkenler

Kavram yanlışlarının ortaya çıkmasında yalnızca öğrencilerin bilişsel süreçleri veya öğretmen – öğretim uygulamaları değil, aynı zamanda öğrenmenin gerçekleştiği sosyal, kültürel ve eğitimsel bağlam da önemli bir belirleyicidir (Treagust & Duit, 2008; Vosniadou,

2008). Öğrenme ortamının niteliği; kullanılan materyaller, sınıf atmosferi, laboratuvar olanakları, ders kitaplarının içeriği, akran etkileşimi ve öğrencinin aile – çevre deneyimleri gibi çok sayıda bileşeni içermektedir. Bu nedenle kavram yanlışlarının oluşumu çoğu zaman çok boyutlu ve ortamla etkileşim halinde gelişen bir süreçtir.

Fen bilimleri gibi soyut kavramların yoğun olduğu disiplinlerde öğrenme ortamının fiziksel yapısı öğrencinin kavramsal anlamasını doğrudan etkileyebilmektedir. Sınıflarda laboratuvar uygulamalarına yeterince yer verilmemesi, deney materyallerinin yetersiz olması, deneylerin soyut kavramları zihinsel modellere dönüştürülmesini güçleştirmektedir (Şen & Yılmaz, 2013). Bu durum özellikle maddenin tanecikli yapısı, atom modeli gibi gözlemlenemeyen süreçlerin öğretiminde daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmakta; öğrencilerin makro düzey gözlemlerini mikro düzey bilimsel açıklamalarla ilişkilendirmesini zorlaştırabilmektedir (Çökelez & Yalçın, 2012; Demircioğlu ve ark., 2012)

Akran etkileşimi de kavram yanlışlarının oluşmasında ya da pekişmesinde önemli bir faktördür. Öğrenciler çoğu zaman sınıf içi tartışmalarda, grup çalışmalarında veya günlük iletişim süreçlerinde kendi düşüncelerini akranlarıyla paylaşmakta; ancak bu paylaşımlar sırasında bilimsel olarak doğru olmayan açıklamalar hızla yayılabilmektedir. Akran öğrenmesi uygun şekilde yapılandırılmadığında, öğrencilerin birbirinden yanlış kavramları taklit ederek pekiştirdiği bir süreç ortaya çıkmakta ve kavram yanlışları daha kalıcı hale gelmektedir (Meşin, 2019). Bu durum özellikle deneyim temelli yanlışların yaygın olduğu çözünme, yoğunluk ve karışımların ayrılması gibi konularda daha belirgin olabilmektedir.

Öğrencilerin içinde bulundukları toplumsal ve kültürel çevre de kavram yanlışlarının kaynağı olabilmektedir. Günlük yaşam deneyimlerinden, aileden duyulan açıklamalardan veya popüler medya içeriklerinden elde edilen bilgiler çoğu zaman bilimsel gerçeklikle tutarlı olmayabilmektedir (Şen & Yılmaz, 2013). Televizyon programlarında, sosyal medyada ya da internet içeriklerinde yer alan abartılı, eksik ya da hatalı bilimsel açıklamalar öğrencilerde yanlış zihinsel temsillerin oluşmasına zemin hazırlayabilmektedir. Örneğin bazı öğrenciler, çözünme sürecindeki şekerin suyun içinde kaybolduğunu ya da çözünen maddenin

Kavram Yanılgılarını Tespit Etme Yöntemleri

Fen eğitiminde kavram yanılgılarının etkili biçimde belirlenebilmesi, öğrencilerin bilişsel yapılarını, mevcut zihinsel modellerini ve bilimsel bilgiyle kurdukları anlam ilişkilerini derinlemesine ortaya koymayı gerektirmektedir. Kavram yanılgılarının yalnızca yanlış bilgi değil, öğrenci tarafından tutarlı zihinsel yapı olarak benimsenen dirençli bilişsel temsiller olması (Eryılmaz & Sürmeli, 2002; Vosniadou, 2008), ölçme sürecinde geleneksel araçların tek başına yeterli olmamasına yol açmıştır. Bu nedenle literatürde, öğrencilerin yanıtlarının nedenlerini, gerekçe tutarlılıklarını, güven düzeylerini ve bilişsel süreçlerini çok boyutlu olarak incelemeyi amaçlayan çeşitli tanılama yöntemleri geliştirilmiştir (Kaltakçı, 2012).

Kavram yanılgılarını tespit etmeye yönelik yöntemler genel olarak nitel, nicel ve karma yaklaşımlar kapsamında sınıflandırılmakla birlikte, fen eğitimi literatüründe en sık kullanılan araçlar, açık uçlu sorular, yarı yapılandırılmış görüşmeler, çoktan seçmeli tanı testleri ve aşamalı (iki, üç ve dört aşamalı) testler ile derinlik sağlamakta; bazıları yalnızca yanıtı ortaya koyarken, bazıları öğrencinin gerekçesini, bilişsel tutarlılığını ve güven düzeyini görünür kılmaktadır (Caleon & Subramaniam, 2010; Hermita ve ark., 2017). Özellikle dört aşamalı testlerin son yıllarda önem kazanmasının nedeni, kavram yanılgılarını hem bilişsel hem duyuşsal bileşenleriyle birlikte analiz etmeye imkân vermesidir (Çelik, 2024; Kılınç, 2017; Onay, 2023).

Bu bölümde kavram yanılgılarını belirlemede kullanılan temel tanılama yöntemleri ayrıntılı biçimde ele alınarak, her yöntemin güçlü ve sınırlı yönleri sistematik bir yaklaşımla değerlendirilecektir. Böylece, öğrencilerin madde konusundaki bilimsel bilgi, bilgi eksikliği ve kavram yanılgılarını tespit etmek için geliştirilen dört aşamalı testin kuramsal dayanakları daha açık bir şekilde ortaya konulacaktır.

Açık Uçlu Sorular

Açık uçlu sorular, kavram yanılgılarını belirlemede en klasik ve en derinlemesine bilgi sunan nitel araçlardan biri olarak kabul edilmektedir. Bu tür sorular, öğrencilerin

herhangi bir yönlendirmeye maruz kalmadan kendi açıklamalarını üretmelerine olanak tanıdığı için, kavramsal yapılarının doğrudan ortaya çıkmasını sağlar (Alın & İzgi, 2017; Kabasakal & Uygur, 2021). Çoktan seçmeli testlerde yanlış veya doğru işaretlenen bir seçeneğin adındaki düşünce süreci görünür hale gelmezken, açık uçlu sorular öğrencinin kavramı nasıl anlamlandırdığını, hangi mantık örgüsünü kurduğunu ve bilimsel kavramları nasıl ilişkilendirdiğini ayrıntılı biçimde ortaya koymaktadır (Çalgıcı ve ark., 2020).

Açık uçlu soruların güçlü yönlerinden biri, öğrencinin kendi kelimeleriyle açıklama yapmasının sağlanmasıdır. Bu sayede öğrencinin zihinsel modeli, kavramlar arası ilişkileri nasıl kurduğu ve kavramsal boşlukları kolaylıkla anlaşılabilir. Öğrenci yanıtlarında kullanılan ifadeler, örnekler, günlük yaşamdan aktarımlar veya sezgisel açıklamalar, araştırmacıya kavram yanılgısının türünü ve kaynağını belirlemede önemli ipuçları sunar (Gökulu, 2017; Karaer, 2019). Bu nitel veriler, özellikle çözünme veya tanecikli yapı gibi zihinsel temsile dayalı konularda öğrencinin sahip olduğu yanlış modellerin detaylı biçimde analiz edilmesine imkân tanımaktadır.

Bununla birlikte açık uçlu soruların bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Öncelikle öğrencilerin bu tür soruları yanıtlamaya karşı isteksiz davranabildiği; kısa, yüzeysel veya derinlikten uzak yanıtlar verebildiği literatürde sıklıkla vurgulanmaktadır (Akdağ Kılıcı, 2019). Ayrıca açık uçlu yanıtların analiz edilmesi zaman alıcıdır, kodlama süreci yüksek düzeyde dikkat ve uzmanlık gerektirir ve araştırmacılar arası tutarlılık sağlanmadığında yorumlayıcı yanlışlık riski ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle açık uçlu sorular çoğu zaman kavram yanılgılarının ilk belirlenmesinde veya ölçme aracının geliştirilme aşamasında tercih edilmekle birlikte, ancak geniş örneklemeler üzerinde uygulama yapılması gerektiğinde daha sistematik tanılayıcı testlerle desteklenmektedir (Avcı ve ark., 2018; Kardaş ve ark., 2020).

Açık uçlu sorular özellikle dört aşamalı test geliştirme sürecinde kritik bir rol oynamaktadır. Öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri yanıtlar, test maddelerinin çeldiricilerinin oluşturulmasında doğrudan kullanılmakta; böylece öğrencilerin gerçek kavram yanılgılarını yansıtan güçlü seçenekler üretilmektedir (Çelik, 2024; Onay, 2023;

Yanarateş, 2022). Bu işlevi nedeniyle açık uçlu sorular hem kavram yanlışlarının derinlemesine tespiti hem de geçerli tanılayıcı araçların geliştirilmesi açısından temel ve vazgeçilmez bir yöntemdir.

Görüşmeler

Görüşmeler, kavram yanlışlarını derinlemesine incelemek için kullanılan en temel nitel veri toplama araçlarından biridir. Öğrencilerin düşünme süreçlerini, bilimsel kavramları nasıl anlamlandırdıklarını ve gerekçelerini hangi bilişsel dayanaklara oturttuklarını ortaya çıkarmada oldukça etkilidir. Yarı yapılandırılmış görüşmeler, araştırmacıya hem belirli sorular doğrultusunda ilerleme hem de öğrencinin verdiği yanıtlara göre yeni sorular üretme esnekliği sunduğu için, kavramsal düşüncenin ayrıntılı olarak takip edilmesine olanak sağlamaktadır (Bilgin & Geban, 2001; Osborne & Gilbert, 1980).

Fen bilimleri gibi soyut ve mikro düzey açıklama gerektiren konularda görüşmeler, öğrencinin zihinsel modellerini doğrudan görünür kılması bakımından önemli bir avantaja sahiptir. Öğrencilerin sözel ifadelerinde kullandıkları benzetmeler, günlük deneyimlerden hareketle yaptıkları çıkarımlar, kavramlar arası ilişkileri nasıl kurdukları ve kararsız kaldıkları noktalar, kavram yanlışlarının türü ve kaynağını belirlemede kritik ipuçları sunmaktadır. Bu yönüyle görüşmeler, öğrencilerin bilişsel süreçlerinin daha ayrıntılı biçimde incelenmesine ve kavramların nasıl yapılandırıldıklarının anlaşılmasına imkân sağlamaktadır (MacGuire & Johnstone, 2007).

Görüşme yönteminin kavram yanlışlarının belirlenmesindeki işlevselliği, son yıllarda yapılan araştırmalarla da desteklemektedir. Örneğin Kandemir ve Apaydın'ın (2020) çalışmasında kavram yanlışlarına ilişkin tüm bulguların yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla elde edilmesi, bu yöntemin özellikle soyut kavramların öğrenilme biçimini ve öğrencilerin kavramsal çarpıtmalarının altında yatan düşünce yapılarını ayrıntılı biçimde açığa çıkardığını göstermektedir. Öğrencilerin düşüncelerini açıklarken kullandıkları ifadeler, kavramların bağlamlandırma biçimleri ve gerekçelendirme süreçleri, kavramsal anlamayı bütünsel bir yaklaşımla değerlendirme imkânı bulmuştur. Bu durum, görüşme

yönteminin maddenin tanecikli yapısı, çözünme, atom veya karışımlar gibi mikro düzeyde temsil gerektiren konularda kavram yanlışlarını tespit etmede oldukça etkili bir araç olduğunu işaret etmektedir.

Görüşmelerin güçlü yönlerinin yanında bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Veri toplama ve analiz süreci zaman alıcıdır; görüşme dökümlerinin kodlaması dikkatli bir analiz süreci gerektirir ve araştırmacılar arası tutarlılığın sağlanması için kodlama sürecinin özenle yürütülmesi önemlidir. Ayrıca görüşme ortamında öğrencinin hissettiği kaygı, çekingenlik ya da sosyal kabul görme eğilimi bazı yanıtların doğal akışını etkileyebilir. Bununla birlikte, elde edilen verinin derinliği düşünüldüğünde görüşmeler kavram yanlışlarını anlamada önemli bir yöntem olmaya devam etmektedir (Yıldırım & Şimşek, 2018).

Bu bağlamda görüşmeler, dört aşamalı test geliştirme sürecinde de önemli bir işlev üstlenmektedir. Gerek öğrenci yanıtlarının kavramsal kökenini ortaya çıkarması gerekse test maddelerinde kullanılacak çeldiricinin gerçek düşüncelerine dayandırılmasını sağlaması bakımından, görüşme verileri tanılayıcı ölçme araçlarının geliştirilmesine güçlü bir katkı sunmaktadır. Bu nedenle görüşme yöntemi, kavram yanlışlarının hem tespitinde hem de tanılayıcı araçların bilimsel gerçekliğinin artırılmasında önemli bir konuma sahiptir.

Kavram Karikatürleri

Kavram karikatürleri, öğrencilerin bilimsel kaynaklarla günlük yaşam arasında kurdukları ilişkileri sorgulamalarını sağlayan ve kavram yanlışlarını görünür kılmayı amaçlayan görsel temelli tanılama araçlarıdır. Bu yöntemde birden fazla karakter, aynı olaya ilişkin açıklamalar yapar; öğrenciden ise kendisine en yakın gördüğü açıklamayı seçmesi ve gerekçelendirmesi beklenir. Böylece öğrencinin yalnızca doğru cevabı değil, yanıtının arkasındaki düşünce yapısı da ortaya çıkar (Karakuş, 2019; Yılmaz Korkut & Şaşmaz Ören, 2018).

Kavram karikatürlerinin en önemli avantajlarından biri, özellikle soyut fen kavramlarını somutlaştırması ve öğrencilerin sezgisel düşüncelerini görünür hale

getirmesidir. Görseller aracılığıyla alternatif açıklamalar, öğrencilerin kendi düşüncelerini diğerleriyle karşılaştırmalarına ve varsa çelişkileri fark etmelerine imkân tanır. Dengeli biçimde yapılandırıldığında, kavram karikatürleri sınıf içi tartışmaları teşvik ederek kavram yanlışlarının erken dönemde belirlenmesine katkı sağlar (Estacio ve ark., 2024; Siong ve ark., 2023).

Öte yandan kavram karikatürlerinin sınırlılıkları da bulunmaktadır. Kavram karikatürlerinin etkili olabilmeleri için karikatürlerde yer alan alternatif açıklamaların öğrencilerde yaygın olarak görülen kavram yanlışlarını temel alarak ve bilimsel doğruluğu destekleyecek biçimde dikkatle hazırlanması gerekmektedir. Ayrıca nitelikli kavram karikatürlerinin geliştirilebilmesi için öğretmenlerin alan bilgisi ve pedagojik yeterliliklerini gerektirmekte, uygulama süreci de diğer bazı tanılama araçlarına göre daha fazla zaman alabilmektedir. Buna rağmen, uygun biçimde hazırlanan kavram karikatürleri öğrencilerin kavram yanlışlarını ortaya çıkarmada ve bilimsel kavramların öğretimini desteklemekte etkili bir araç olarak kullanılmaktadır (Estacio ve ark., 2024; Siong ve ark., 2023).

Kavram karikatürleri literatürde çoğu zaman kavramsal değişimi desteklemek amacıyla kullanılan öğretimsel bir araç olarak değerlendirilse de bu araştırmada kavram karikatürleri yalnızca öğrencilerin sahip oldukları kavramsal yapıları ve olası yanlışları görünür kılan bir tanılama yöntemi olarak ele alınmaktadır. Öğrencilerin karikatürlerdeki farklı karakterlerin açıklamalarına verdikleri tepkiler, seçtikleri ifadeler ve yaptıkları gerekçelendirmeler, onların kavramı nasıl zihinselleştirdiklerine dair önemli ipuçları sağladığından, bu araç tespit amacıyla kullanıldığında güçlü bir nitel veri kaynağı oluşturmaktadır.

Kavram Haritaları

Kavram haritaları, öğrencilerin belirli bir konuya ilişkin kavramlar arasındaki ilişkileri nasıl kurduklarını ortaya koyan organizasyon araçlarıdır. Bu haritalar, kavramlar ve bu kavramların arasında öğrencinin kurduğu bağlantıların doğrultusunu gösterdiği için, kavramsal yapının bütüncül ve hiyerarşik bir çerçevede değerlendirilmesine olanak tanır

(Karakuş, 2019). Özellikle fen eğitimi gibi soyut kavramların yoğun olduğu bir alanda kavram haritaları, öğrencinin konuyu hangi boyutlarıyla kavradığını ve kavramlar arası ilişkileri nasıl yapılandırıldığını görmeyi mümkün kılar.

Kavram haritalarında yer alan kavram sayısının sınırlı olması; öğrencilerin kendi bilişsel yapılarını daha düzenli şekilde ifade etmelerini kolaylaştırır. Öğrenciler, kavramlar arasında hem üst – alt kavram ilişkilerini hem de yatay bağlantıları kurarak kavramsal bütünlüğe ulaşırlar; bu durum öğrenmenin kalıcı olmasına katkı sağlar (Akgündüz & Bal, 2013). Kavram haritaları aynı zamanda öğrencinin bilişsel eksikliklerini, yanlış ilişkilendirmelerini veya kavramları birbiriyle karıştırdığı noktaları doğrudan görünür hale getirdiği için etkili bir tanılama aracıdır (Kordaki & Psomos, 2015).

Kavram haritalarının güçlü bir yönü, öğrencinin sadece cevabı değil, düşünme sürecini ve kavramsal örgütlenmesini ortaya koymasıdır (Kordaki & Psomos, 2015). Haritanın yapısı incelendiğinde, öğrenci kavramları nasıl sınıflandırmış, hangi kavramı hangi gerekçeyle merkeze almış ve kavramlar arası ilişkiyi nasıl tanımlamış gibi sorular yanıt bulur. Bu açıdan kavram haritaları, kavram yanlışlarının nedenlerini de dolaylı olarak gösterebilmektedir.

Bununla birlikte kavram haritalarının bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Öğrencilerin harita oluşturma sürecine aşına olmaması, değerlendirmeyi güçleştirebilir. Haritaların nesnel biçimde puanlanması için standart kriterlere ihtiyaç vardır ve bu süreç araştırmacıya ek yük getirebilir. Ancak bazı öğrenciler kavramları ilişkisel olarak doğru bağlasa da haritayı grafiğe dökme sürecinde teknik güçlük yaşayabilmektedir (Duarte ve ark., 2017). Buna rağmen kavram haritaları, özellikle öğrenmenin derin yapısını ortaya çıkarmada ve kavram yanlışlarını sistematik biçimde belirlemede değerli bir araç olarak görülmektedir (Kordaki & Psomos, 2015; Serttaş & Yenilmez Türkoğlu, 2020).

Kavram haritaları literatürde çoğu zaman kavramsal öğrenmeyi destekleyici bir öğretim aracı veya kavramsal değişim kolaylaştıran bir düzenleme stratejisi olarak kullanılmakla birlikte (Duarte ve ark., 2017; Khajeloo & Siegel, 2022), bu araştırmanın

kapsamına uygun olarak kavram haritaları burada yalnızca öğrencilerin yapılarını ortaya çıkaran bir tanılama aracı olarak ele alınmaktadır. Öğrencilerin kavramlar arası ilişkilendirme biçimleri, eksik bağlar, hiyerarşik düzenlemeler veya kavramlar arası beklenmedik bağlantılar kavram yanlışlarının türünü ve kaynağını görünür kıldığından, kavram haritaları bu çalışmanın bağlamında tespit etmeye yönelik bir araç olarak değerlendirilmiştir.

Kelime İlişkilendirme Testleri

Kelime ilişkilendirme testleri, öğrencilerin uzun dönemli hafızasında yer alan kavramlar arası ilişki ağlarını ortaya koyarak bilişsel yapıyı incelemeyi amaçlayan nitel bir tanılama aracıdır (Kaya ve ark., 2019). Bu teknikte öğrencilere bir anahtar kavram sunulur ve belirli bir süre içerisinde bu kavramın çağrıştırdığı kelimeleri yazmaları istenir. Öğrencilerin ürettiği kelimeler, kavramların zihninde nasıl örgütlendiğine, hangi kavramların birbiriyle ilişkili görüldüğüne ve olası kavram yanlışlarına dair önemli ipuçları sağlar. Literatürde kelime ilişkilendirme testlerinin özellikle soyut ve çok bileşenli konularda öğrencilerin kavramsal ağlarını belirlemede etkili olduğu ve kavram yanlışlarının türünü ortaya çıkarmada güçlü bir nitel veri kaynağı sunduğu vurgulanmaktadır (Bahar & Özatl, 2003; Kaya ve ark., 2019)

Diğer tanılama araçlarından farklı olarak kelime ilişkilendirme testleri, öğrencinin zihinsel yapısını görünür kılarken aynı zamanda yanlış genellemeleri, hatalı ilişkilendirmeleri ve kavramlar arasındaki yanlış bağlantıları ortaya çıkarır (Yıldırım & Demirkol, 2018). Bu nedenle madde, çözünme, tanecikli yapı gibi mikro düzey açıklama gerektiren fen konularında öğrencilerin sahip oldukları sezgisel düşünme örüntülerini belirlemede etkili bir araç olarak kullanılabilir. Öte yandan kelime ilişkilendirme testlerinin analizi zaman alıcıdır ve kategorilerin oluşturulması araştırmacı yorumuna dayandığından uzman görüşü, iki kodlayıcı uyumu ve içerik analizine ilişkin titiz bir süreç gerektirir (İmer Çetin & Timur, 2020). Bu sınırlılıklara rağmen, öğrenci bilişsel yapılarının bütüncül olarak incelendiği çalışmalarda kelime ilişkilendirme testinin kavram yanlışlarının ilk

belirlenmesinde güçlü bir nitel açılım sunduğu belirtilmektedir (Kaya ve ark., 2019; Yıldırım & Demirkol, 2018).

Çoktan Seçmeli Testler

Çoktan seçmeli testler, fen eğitiminde öğrencilerin kavramsal bilgilerini hızlı ve sistematik bir biçimde değerlendirmeye olanak tanıyan ve geniş örneklerle yürütülen araştırmalarda uygulama kolaylığı ile puanlama nesnelliği sağlaması nedeniyle sıkça tercih edilen ölçme araçlarıdır (Kardaş ve ark., 2020; Sancar & Koparan, 2019; Uyanık & Dindar, 2016). Bu testlerde belirli seçenekler arasından birini tercih etmesi, ilgili kavramın temel düzeyde ne kadar anlaşıldığına ilişkin genel bir görünüm sunmakta; doğru ve yanlış seçeneklerin dağılımı üzerinden hangi kavramlarda yoğunlaşan hatalar bulunduğunu ortaya çıkararak araştırmacıya kavram yanlışlarının potansiyel kaynakları hakkında ön bilgi sağlamaktadır. Bu yönüyle çoktan seçmeli testler, özellikle aşamalı test geliştirme süreçlerinde ilk tarama aracı olarak işlev görmek ve öğrencilerin sahip olabileceği yaygın hataların çerçevesini belirlemeye yardımcı olmaktadır.

Bununla birlikte çoktan seçmeli testlerin kavram yanlışlarının gerçek yapısını görünür kılmada çeşitli sınırlılıkları bulunmaktadır. Testlerde yalnızca öğrencinin hangi seçeneği işaretlediği bilindiğinden, yanıtın arkasındaki düşünme süreci, gerekçe yapısı ve kavramsal tutarlılık doğrudan ortaya konulamamaktadır; bu durum, doğru yanıtın bilimsel bir temele dayalı olarak mı yoksa tahmine bağlı olarak mı işaretlendiğinin ayırt edilememesine yol açmaktadır (Onay, 2023). Benzer biçimde yanlış bir seçeneğin bilgi eksikliği nedeniyle mi, yoksa öğrencinin sahip olduğu yerleşik bir kavram yanlışından mı kaynaklandığı çoğu zaman belirlenememektedir. Ayrıca çeldiricilerin öğrencilerin gerçek yanlışlarını yeterince temsil etmemesi, aşırı yüzeysel hazırlanması veya günlük yaşamdan türeyen sezgisel açıklamaları içermemesi durumunda öğrencinin bilişsel yapısı olduğundan daha doğruymuş gibi yansıyabilmekte; bu da kavram yanlışlarının tespitini güçleştirmektedir. Çoktan seçmeli testlerin bir diğer sınırlılığı, güven düzeyini, gerekçe tercihlerini ve bilişsel tutarlılığı değerlendirmemesi nedeniyle kavram yanlışlarının dirençli

ve sistematik doğasını tam olarak ortaya koyamamasıdır (Avcı ve ark., 2018; Küçükkeskin & Kılınç, 2024) Bu nedenle literatürde çoktan seçmeli testlerin kavram yanılgılarını belirlemede tek başına yeterli olmadığını; daha derinlemesine analiz sunan açık uçlu sorular, yarı yapılandırılmış görüşmeler ile iki, üç ve dört aşamalı testlerle birlikte kullanıldığında daha sağlıklı ve geçerli sonuçlar verdiği vurgulanmaktadır (Çelik, 2024; Pan, 2021).

Aşamalı Testler

Fen eğitiminde kavram yanılgılarını tanılamaya yönelik çalışmalarda, geleneksel çoktan seçmeli testlerin sınırlılıklarını aşmak için geliştirilen en önemli araçlardan biri aşamalı tanı testleridir. Bu testler, öğrencinin yalnızca hangi seçeneği işaretlediğini değil, seçimini hangi gerekçeye dayandığını ve bu cevaptan ne ölçüde emin olduğunu da ortaya çıkaracak şekilde kademeli olarak yapılandırılmıştır. Böylece öğrencinin bilimsel olarak doğru bilgiye mi sahip olduğu, bilgi eksikliği mi yaşadığı yoksa yerleşik bir kavram yanılgısına mı sahip olduğu, çoktan seçmeli testlere kıyasla daha ayrıntılı biçimde analiz edilebilmektedir (Caleon & Subramaniam, 2010; Desstya ve ark., 2025; Treagust, 1988).

Literatürde iki, üç ve dört aşamalı testler aynı kuramsal çizgi üzerinde, ancak farklı tanılama derinliğine sahip araçlar olarak ele alınmaktadır. İki aşamalı testlerde birinci basamakta çoktan seçmeli içerik sorusu, ikinci basamakta ise bu cevabın gerekçesi yer almaktadır; üç aşamalı testlerde buna ek olarak cevaba duyulan güven düzeyini ortaya koyan üçüncü bir basamak eklenmiştir (Kaltakçı, 2012; Özmen & Sever, 2024). Dört aşamalı testler ise hem içerik hem de gerekçe basamakları için ayrı ayrı güven düzeyi sorgulayarak, öğrencinin yanıtlarının bilimsel olduğunu bu doğruluğun altında yatan açıklamayı ve tüm bu yapıya ilişkin öznel güvenini birlikte değerlendirme olanağı sunmaktadır (Bessas ve ark., 2024; Kaltakçı-Gürel ve ark., 2017; Onay, 2023). Bu yapı, bilimsel bilgi, kavram yanılgısı, bilgi eksikliği, negatif/pozitif yanlış gibi kategorilerin daha sistematik sınıflandırılmasına imkân vermektedir.

Bununla birlikte aşamalı testlerin geliştirilmesi ve uygulanması, klasik çoktan seçmeli testlere göre daha zaman alıcı ve uzmanlık gerektiren bir süreçtir. İçerik ve gerekçe seçeneklerinin gerçek öğrenci yanılgılarını yansıtacak biçimde özenle oluşturulması, her bir basamak için güvenilir kodlama şemalarının belirlenmesi ve elde edilen verilerin çok boyutlu analiz edilmesi gerekmektedir (Çelik, 2024; Desstya ve ark., 2025). Buna rağmen, aşamalı testler kavram yanılgılarını yalnızca “doğru – yanlış” ekseninde değil, gerekçe tutarlılığı ve güven düzeyiyle birlikte ele aldığı için, fen eğitiminde kavramsal anlamayı tanılamada en güçlü araçlardan biri olarak görülmektedir. Bu çalışmada da öğrencilerin madde konusundaki bilimsel bilgi, bilgi eksikliği ve kavram yanılgılarını ayrıntılı biçimde ortaya koyabilmek amacıyla iki ve üç aşamalı testlere ilişkin çerçeve sunduktan sonra, esas olarak dört aşamalı testlerin yapısı ve tanılama gücü üzerinde durulmuştur.

İki Aşamalı Testler. Kavram yanılgılarını belirlemeye yönelik modern tanılayıcı ölçme araçlarının ilk ve en temel basamağını oluşturmaktadır. Bu testlerde birinci aşama, konuya ilişkin çoktan seçmeli bir içerik sorusundan; ikinci aşamada ise öğrencinin bu yanıtı hangi gerekçeye dayandığını ortaya koyan kısa açıklamalardan veya çoktan seçmeli gerekçe seçeneklerinden oluşur. Böylece öğrenci yalnızca bir seçeneği işaretlemekle kalmaz, aynı zamanda bu seçimi nasıl anlamlandırdığını da belirtir. İki aşamalı testlerin temel amacı, öğrencinin yüzeysel doğru ya da yanlış cevabının ötesine geçerek, yanıtın dayandığı düşünme biçimini görünür kılmaktadır (Avcı ve ark., 2018; Jung, 2020; Sarı & Bayram, 2018). Bu yönüyle iki aşamalı testler, kavram yanılgılarının ilk tespitinde klasik çoktan seçmeli testlere kıyasla daha zengin veri sağlayan yapılandırılmış bir araçtır.

İki aşamalı testlerin en önemli katkısı, öğrencinin doğru yanıt vermesine rağmen hatalı gerekçe sunması gibi durumları ortaya çıkarabilmesidir. Bu tür durumlar, öğrencinin cevabının tesadüfi olduğuna veya kavramın yalnızca yüzeysel düzeyde öğrenildiğine işaret eder. Benzer biçimde, öğrenci yanlış seçeneği işaretlediğinde ancak doğru gerekçeyi sunduğunda, hatanın yerleşik bir kavram yanılgısından ziyade eksik veya bağlamsız öğrenmeden kaynaklandığı anlaşılabilmektedir (Küçükkesin & Kılıç, 2024; Pan, 2021).

Dolayısıyla iki aşamalı testler, öğrencilerin düşünme süreçlerini hem içerik hem de açıklama düzeyinde eş zamanlı incelemeyi mümkün kılmakta; bu da kavram yanılgısı tespitine yönelik daha nitelikli bir temel sunmaktadır.

Bununla birlikte iki aşamalı testlerin bazı önemli sınırlılıkları bulunmaktadır. En temel sınırlılık, ikinci aşamada verilen gerekçenin kavram yanılgısı ile bilgi eksikliği arasındaki ayrımı her zaman net biçimde ortaya koyamamasıdır. Öğrenci bir gerekçeyi doğru görse bile bunu ifade etmekte zorlanabilir ya da testte sunulan gerekçe seçenekleri öğrencinin zihnindeki yanlış modeli tam olarak karşılamayabilir; bu durum düşünme sürecinin gerçek niteliğinin olduğundan farklı görünmesine neden olabilmektedir (Caleon & Subramaniam, 2010; Çetinkaya & Taş, 2018). Ayrıca iki aşamalı testlerde, güven düzeyinin sorgulanmaması ve yanlış cevabı yüksek güvenle işaretleyen öğrenciler ile düşük güvenle rastlantısal seçim yapan öğrencilerin ayırt edilmesini zorlaştırmaktadır (Akdağ Kılıcı, 2019).

Tüm bu nedenle iki aşamalı testler kavram yanılgılarının ilk belirlenmesinde değerli bir araç olmakla birlikte, kavramsal bilginin derinliğini ve bilişsel tutarlılığını tam olarak yansıtmakta sınırlı kalabilmektedir. Bu sınırlılıklar literatürde üç ve dört aşamalı testlerin geliştirilmesinin temel gerekçeleri arasında gösterilmekte; özellikle güven düzeyinin ve gerekçe tutarlılığının ayrı ayrı sorgulanmasını gerektiren durumlarda daha ileri aşamalı testlerin kullanılmasının gerekli olduğu belirtilmektedir (Caleon & Subramaniam, 2010; Çelik, 2024; Kaltakçı, 2012).

İki aşamalı testlerin bu sınırlılıkları dikkate alındığında, gerekçe ifadesinin kavram yanılgısını mı yoksa bilgi eksikliğini mi yansıttığını ayırt etmedeki güçlükler, bu testlerin tanılayıcı gücünü sınırlayan temel bir unsurlardan biri olarak görülmektedir (Caleon & Subramaniam, 2010; Kaltakçı, 2012). Öğrencinin cevabına yönelik güven düzeyinin ölçülmemesi ve gerekçe yapısının kavramsal tutarlılık açısından ayrı bir boyutta değerlendirilmemesi, öğrencinin bilişsel profilini tam olarak ortaya koymayı zorlaştırmaktadır (Caleon & Subramaniam, 2010; Kaltakçı, 2012). Bu nedenle, iki aşamalı testlerin kavram yanılgılarının derinlemesine analizinde tek başına yeterli olmadığı; özellikle

öğrencinin yanıtına duyduğu güven, gerekçenin niteliği ve düşünme sürecinin tutarlılığı gibi boyutları birlikte ele alan daha gelişmiş ölçme araçlarına ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (Caleon & Subramaniam, 2010; Kaltakçı, 2012). Bu ihtiyaç doğrultusunda geliştirilen üç aşamalı testler, tanılayıcı sürece güven düzeyi bileşenini ekleyerek öğrencinin kavramsal anlayışını daha kapsamlı biçimde değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Üç Aşamalı Testler. İki aşamalı testlerin kavram yanlışlarını ayırt etmede yetersiz kaldığı noktaları gidermek amacıyla geliştirilmiş tanılayıcı ölçme araçlarıdır. Bu testlerin temel özelliği, çoktan seçmeli yanıt ve gerekçe basamaklarına ek olarak bir güven düzeyi adımı içermesidir. Böylece öğrencinin cevabından ne kadar emin olduğu görünür hale gelmekte ve araştırmacının yanıtın niteliğini değerlendirmesi kolaylaşmaktadır. Literatürde üç aşamalı testlerin özellikle fen eğitimi alanında kavramsal anlama süreçlerini daha ayrıntılı biçimde incelemek amacıyla yaygın biçimde kullanıldığı belirtilmektedir (Akdağ Kılıcı, 2019; Çetinkaya & Taş, 2018; Haryono & Aini, 2020).

Üç aşamalı testlerde birinci basamak, öğrencinin çoktan seçmeli seçenekler arasından cevabı seçmesini; ikinci basamak, bu cevabı hangi gerekçeye dayandığını belirtmesini; üçüncü basamak ise öğrencinin yanıtına emin olup olmadığını ifade etmesini içerir. Bu yapı araştırmacıya öğrencinin doğru ya da yanlış seçeneği işaretleyip işaretlemediğini değil, aynı zamanda yanıtın hangi açıklamaya dayandığını bilişsel olarak ne ölçüde benimsediğini değerlendirme olanağı sunar. Öğrencinin yanlış bir yanıtı yüksek güvenle işaretlemesi yerleşik bir kavram yanlışlığına, doğru yanıtı düşük güvenle işaretlemesi ise bilgi eksikliğine veya kavramsal kararsızlığa işaret edebilmektedir (Akbolat ve ark., 2023; Elmas ve Pamuk, 2021).

Üç aşamalı testlerin güçlü yönlerinden biri, iki aşamalı testlerde yaşanan “yanılgı mı bilgi eksikliği mi?” ayrımını daha görünür kılmasıdır. Güven düzeyinin değerlendirilmesi, öğrencinin gerekçesini ne ölçüde benimsediğini ortaya koymakta ve yanıt – gerekçe tutarlılığının daha net biçimde incelenmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca üç aşamalı yapı,

öğrencilerin sezgisel yanıt verme eğilimlerini ve rastlantısal seçimlerini ayırt etmede önemli avantajlar sağlamaktadır (Demirtaş, 2023; Suprpto & Abidah, 2020).

Bununla birlikte üç aşamalı testlerin bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. En önemli sınırlılıklarından biri, öğrencinin belirttiği güven düzeyinin yanıtı mı yoksa gerekçeyi mi ifade ettiğinin her zaman açık olmasıdır. Bu durum özellikle karmaşık bilişsel yapılarda öğrencinin düşünme sürecinin tam olarak yansıtılmasını güçleştirmektedir (Ristanto ve ark., 2023). Ayrıca üç aşamalı testlerin tanılayıcı gücü, gerekçe seçeneklerinin niteliğine ve kavram yanılgılarını temsil etme düzeyine bağlıdır; zayıf çeldiriciler öğrencinin gerçek bilişsel durumunu ortaya koymada yetersiz kalabilmektedir (Suprpto & Abidah, 2020).

Tüm bu yönleriyle üç aşamalı testler, iki aşamalı testlere kıyasla daha derin bir kavramsal çözümleme sunmakla birlikte, kavram yanılgılarının kesin biçimde ayırt edilmesinde belirli sınırlılıklar içermektedir. Bu nedenle literatürde, güven düzeyinin hem yanıt hem gerekçe basamakları için ayrı ayrı değerlendirilebildiği ve kavramsal tutarlılığı çok boyutlu olarak inceleyen dört aşamalı testlerin daha güçlü bir tanılama aracı olduğu vurgulanmaktadır (Çelik, 2024; Hermita ve ark., 2017; Kaltakçı-Gürel ve ark., 2017). Bir sonraki bölümde dört aşamalı testlerin yapısı, avantajları ve kavram yanılgılarını tespit etmedeki üstün yönleri ayrıntılı biçimde ele alınacaktır.

Dört Aşamalı Testler. Kavram yanılgılarını tespit etmeye yönelik ölçme araçları içinde en kapsamlı bilişsel çözümlemeyi sunan yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu testlerde yer alan dört basamak – yanıt seçimi, yanıt güveni, gerekçe seçimi ve gerekçe güveni – öğrencinin yalnızca doğru cevabı bilip bilmediğini değil, bu cevabı hangi düşünme sürecine dayandırıldığını ve bu düşüncesine ne ölçüde güvendiğini ayrıntılı biçimde ortaya koymaktadır. Bu çok katmanlı yapı sayesinde dört aşamalı testler, özellikle kavramsal tutarlılık, bilişsel kararlılık ve yanıtların direnç düzeyi gibi değişkenleri görünür kılama bakımından diğer test türlerinden ayrılmaktadır (Caleon & Subramaniam, 2010; Hermita ve ark., 2017; Kaltakçı-Gürel ve ark., 2017).

Dört aşamalı testlerin temel farkı, öğrenci yanıtının hem içerik hem de güven boyutunda eş zamanlı olarak değerlendirilmesidir. Birinci aşamada öğrenci çoktan seçmeli seçeneklerden birini işaretlemekte; ikinci aşamada bu cevaptan emin olup olmadığını belirtmektedir. Üçüncü aşamada cevabını hangi gerekçeye dayandığı sorgulanmakta; dördüncü aşamada ise seçtiği gerekçeye dair güven düzeyi belirlenmektedir. Bu yapı sayesinde araştırmacı, öğrencinin verdiği yanıtı, bu yanıtla ilişkin gerekçesini ve her iki aşamada güven düzeyini birlikte değerlendirerek düşünme sürecini daha ayrıntılı biçimde analiz edebilmektedir (Kıray, 2025; Önder Çelikkanlı, 2019; Putica, 2022).

Kaltakçı'nın (2012) çalışmasında ayrıntılı olarak açıklanan sınıflama çerçevesi, dört aşamalı testlerin tanılayıcı gücünü sistematik bir yapıya oturtmaktadır. Bu çerçeveye göre öğrencinin dört aşamadaki kombinasyonlarına göre bilimsel bilgi, kavram yanılgısı, bilgi eksikliği, pozitif yanlış, negatif yanlış gibi kategoriler belirlenebilmektedir. Örneğin öğrenci hem yanıt hem gerekçe aşamalarında doğru seçeneği yüksek güvenle işaretlediğinde bu durum bilimsel bilgiye işaret ederken; yanlış yanıt ve yanlış gerekçe kombinasyonunun yüksek güvenle verilmesi yerleşik bir kavram yanılgısına işaret etmektedir. Yanıt veya gerekçenin doğru olmasına rağmen düşük güvenle işaretlendiği durumlar bilgi eksikliği olarak değerlendirilebilmekte; yanıt – gerekçe tutarsızlıkları ise kavramsal kararsızlık veya yanlış yönlendirilmiş bilişsel yapılar hakkında önemli ipuçları sağlamaktadır (Çelik, 2024; Kaltakçı-Gürel ve ark., 2017).

Dört aşamalı testlerin en önemli avantajı, öğrencinin neden yanlış olduğunu ortaya çıkaran bilişsel bağlantıyı görünür kılmasıdır. Üç aşamalı testlerde olduğu gibi sadece “eminlik” düzeyine değil hem yanıt hem de gerekçe için ayrı ayrı güven düzeyine yer vermesi, kavram yanılgılarının kaynağını ve gücünü tespit etmede belirleyici bir tanısal derinlik sunmaktadır. Bu yönüyle dört aşamalı testler, öğrencinin sadece neyi yanlış düşündüğünü değil, bu yanılgıyı hangi gerekçeye dayandığını da ortaya koyarak kavramsal yapının bütünsel bir resmini sunmaktadır (Bessas ve ark., 2024; Jumilah & Wasis, 2023; Putica, 2022). Bununla birlikte dört aşamalı testlerin geliştirilmesi, diğer

aşamalı testlere kıyasla daha fazla uzmanlık, titiz kavram analizi ve kapsamlı pilot uygulama gerektirmektedir. Her bir çeldiricinin gerçek kavram yanılgılarını temsil etmesi; gerekçe seçeneklerinin öğrencilerin düşünme süreçlerini yansıtacak şekilde yapılandırılması ve güven düzeyi adımlarının anlamlı sonuçlar verebilmesi için doğru tanımlanması önem taşımaktadır. Bu nedenle dört aşamalı testler, yüksek geçerlik ve güvenirlik düzeylerine ulaşabilmek için çok aşamalı bir geliştirme süreci gerekmektedir (Çelik, 2024; Desstya ve ark., 2025).

Dört aşamalı testlerin sağladığı tanısal derinliği somut biçimde gösterebilmek için, öğrencilerin yanıt ve gerekçe seçimleri ile bu seçimlere ilişkin güven düzeylerini birlikte ele alan kuramsal sınıflamanın açık bir şekilde sunulması önem taşımaktadır. Bu çalışmada kullanılan sınıflama çerçevesi, dört aşamalı testlerde yaygın olarak benimsenen yaklaşım temel alınarak düzenlenmiş ve yanıt – gerekçe doğruluğu ile güven düzeylerinin farklı kombinasyonlardan nasıl bir bilişsel profil ortaya çıkardığını sistematik biçimde göstermektedir. Aşağıda yer alan Tablo 1, Kaltakçı Gürel vd. (2015)'te açıklanan dört aşamalı testin kuramsal sınıflama çerçevesi esas alınarak hazırlanmıştır. Tablo, bilimsel bilgi, kavram yanılgısı, pozitif yanlış, negatif yanlış ve bilgi eksikliği gibi kategorilerin hangi koşullarda oluştuğunu bütüncül bir biçimde özetlemekte, böylece bu araştırmada yürütülen madde analizlerinin dayandığı kuramsal temeli açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu sınıflama yaklaşımı, öğrencilerin madde konusundaki kavramsal durumlarının çok boyutlu olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Tablo 1

Dört Aşamalı Testte Yanıt Kombinasyonlarına Göre Kavramsal Anlama Kategorileri

Birinci Aşama	İkinci Aşama	Üçüncü Aşama	Dördüncü Aşama	Kategori	Açıklama
Doğru	Emin	Doğru	Emin	Bilimsel Bilgi	Öğrencinin kavramı bilimsel açıdan doğru ve tutarlı bir şekilde anladığını gösterir.

Birinci Aşama	İkinci Aşama	Üçüncü Aşama	Dördüncü Aşama	Kategori	Açıklama
Doğru	Emin	Yanlış	Emin	Pozitif Yanlış	Doğru yanıtın yanlış bir gerekçeyle desteklendiği durumu ifade eder.
Yanlış	Emin	Doğru	Emin	Negatif Yanlış	Yanlış yanıtın doğru gerekçeye rağmen verildiği durumu gösterir.
Yanlış	Emin	Yanlış	Emin	Kavram Yanılgısı	Yanıt ve gerekçenin birlikte yanlış ve yüksek güvenle işaretlendiği, yerleşik yanılgıyı ifade eder.
Doğru	Emin	Doğru	Emin Değil	Bilgi Eksikliği 1	Yanıt-gerekçe-güven uyumsuzluklarının öğrencinin kavramı eksik, kararsız veya parçalı anladığını gösterdiği durumdur.
Doğru	Emin Değil	Doğru	Emin	Bilgi Eksikliği 2	Yanıt-gerekçe-güven uyumsuzluklarından doğan kısmi veya tam yapılandırılmamış anlamayı gösterir.
Doğru	Emin Değil	Doğru	Emin Değil	Bilgi Eksikliği 3	Yanıt-gerekçe-güven uyumsuzluklarından doğan kısmi veya tam yapılandırılmamış anlamayı gösterir.
Doğru	Emin	Yanlış	Emin Değil	Bilgi Eksikliği 4	Yanıt-gerekçe-güven uyumsuzluklarından doğan kısmi veya tam yapılandırılmamış anlamayı gösterir.
Doğru	Emin Değil	Yanlış	Emin	Bilgi Eksikliği 5	Yanıt-gerekçe-güven uyumsuzluklarından doğan kısmi veya tam yapılandırılmamış anlamayı gösterir.
Doğru	Emin Değil	Yanlış	Emin Değil	Bilgi Eksikliği 6	Yanıt-gerekçe-güven uyumsuzluklarından doğan kısmi veya tam yapılandırılmamış anlamayı gösterir.
Yanlış	Emin	Doğru	Emin Değil	Bilgi Eksikliği 7	Yanıt-gerekçe-güven uyumsuzluklarından doğan kısmi veya tam yapılandırılmamış anlamayı gösterir.

Birinci Aşama	İkinci Aşama	Üçüncü Aşama	Dördüncü Aşama	Kategori	Açıklama
Yanlış	Emin	Doğru	Emin	Bilgi	Yanıt-gerekçe-güven
	Değil			Eksikliği 8	uyumsuzluklarından doğan kısmi veya tam yapılandırılmamış anlamayı gösterir.
Yanlış	Emin	Doğru	Emin	Bilgi	Yanıt-gerekçe-güven
	Değil		Değil	Eksikliği 9	uyumsuzluklarından doğan kısmi veya tam yapılandırılmamış anlamayı gösterir.
Yanlış	Emin	Yanlış	Emin	Bilgi	Yanıt-gerekçe-güven
			Değil	Eksikliği 10	uyumsuzluklarından doğan kısmi veya tam yapılandırılmamış anlamayı gösterir.
Yanlış	Emin	Yanlış	Emin	Bilgi	Yanıt-gerekçe-güven
	Değil			Eksikliği 11	uyumsuzluklarından doğan kısmi veya tam yapılandırılmamış anlamayı gösterir.
Yanlış	Emin	Yanlış	Emin	Bilgi	Yanıt-gerekçe-güven
	Değil		Değil	Eksikliği 12	uyumsuzluklarından doğan kısmi veya tam yapılandırılmamış anlamayı gösterir.

Not: Tablo Kaltakçı Gürel ve ark. (2015) tarafından önerilen çerçeve esas alınarak hazırlanmış olup, bu araştırmada maddelerin analiz edilmesinde temel referans olarak kullanılmıştır.

Tablo 1’de yer alan bu sınıflama, dört aşamalı testlerde öğrencinin yanıt – gerekçe – güven örüntülerini sistematik biçimde değerlendirmeye olanak sağlayarak kavramsal anlama düzeylerinin ayrıntılı biçimde çözümlenmesini mümkün kılmaktadır. Böylece, test maddelerinden elde edilen veriler öğrencilerin bilimsel bilgi, bilgi eksikliği ve kavram yanılgısı kategorilerine tutarlı bir biçimde yerleştirilebilmektedir.

Sonuç olarak dört aşamalı testler, kavram yanılgılarını hem bilişsel hem de duyuşsal boyutlarıyla birlikte ele alması; yanıt, gerekçe ve güven düzeylerini bütünsel olarak analiz etmesi ve öğrencilerin kavramsal tutarlılığını ayrıntılı biçimde ortaya koyması nedeniyle fen öğretiminde en güçlü tanılama araçları arasında değerlendirilmektedir (Kıray, 2025; Önder Çelikkanlı & Kızılcık, 2022; Putica, 2022). Bu nedenle bu araştırmada ortaokul öğrencilerinin

madde konusundaki bilimsel bilgi, bilgi eksikliği ve kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla dört aşamalı bir test geliştirilmiş ve test maddeleri bu kuramsal çerçeve doğrultusunda yapılandırılmıştır.

Madde Konusunun Öğretimi

Fen eğitiminde “madde” konusu, soyut kavramların, tanecik modellerinin ve doğrudan gözlemlenemeyen mikroskobik süreçlerin anlaşılmasını gerektirmesi nedeniyle öğrencilerin kavramsal öğrenme güçlükleri yaşayabildiği konular arasında yer almaktadır. Öğrenciler çoğu zaman tanecikli yapıyı günlük yaşam deneyimlerine dayalı sezgisel açıklamalarla anlamlandırmaya çalışmakta; bu durum özellikle hâl değişimleri, boşluk kavramı, çözünme, saf madde ve yoğunluk gibi mikro düzey açıklama gerektiren kavramlarda tutarsız zihinsel modellere yol açabilmektedir (Altay & Balım, 2021; Kapıcı & Akçay, 2016; Sarı & Bayram, 2018). Alan yazında bu güçlüklerin yalnızca ilgili ünitenin öğrenilmesini değil, ilerleyen sınıf seviyelerinde kimya ve fizik ünitelerinin temelini oluşturan pek çok kavramın anlaşılmasını da doğrudan etkilediği vurgulanmaktadır (Kapıcı & Akçay, 2016).

Madde konusuna ilişkin kavram yanlışlarının önemli bir bölümü, öğrencinin tanecik düzeyindeki süreçleri makroskobik gözlemler üzerinden açıklamaya çalışmalarıyla ilişkilendirilmektedir (Altay & Balım, 2021; Kapıcı & Akçay, 2016). Tanecikler arasında boşluk bulunmadığı, buharlaşan maddelerin kaybolduğu, çözünmenin “erime” ile aynı süreç olduğu veya hâl değişimi sırasında taneciklerin büyüdüğü gibi yanlış anlamalar literatürde yaygın biçimde rapor edilmiştir (Avcı, 2015; Okumuş ve ark., 2015). Benzer biçimde yoğunluk, çözünme ve tanecik hareketine ilişkin yanlış genellemelerin öğrencilerin mikroskobik yapıyı kavramsal olarak yeterince ilişkilendiremediğini gösterdiği belirtilmektedir (Demir ve ark., 2016; Ecevit ve Özdemir Şimşek, 2017).

Literatürde, madde konusuna ilişkin yanlışların dirençli olduğu ve öğretim sonrasında dahi devam edebildiği vurgulanmakta; bu nedenle öğretim sürecinde mevcut

alternatif açıklamalarının belirlenmesinin önemli olduğu ifade edilmektedir (Boyras ve ark., 2016; Çiftçi & Aydın, 2020).

Sonuç olarak madde konusundaki kavram yanlışları hem öğretim sürecini hem de üst düzey fen konularının anlaşılmasını etkileyen temel bir değişken niteliğindedir. Bu nedenle öğrencilerin sahip oldukları alternatif açıklamaların belirlenmesi ve bu açıklamaların bilişsel dayanaklarının analiz edilmesi, etkili öğretim tasarımlarının oluşturulması açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu araştırmada geliştirilen dört aşamalı test de madde konusundaki bu kavramsal güçlükleri tanılamaya yönelik olarak yapılandırılmıştır.

Madde Konusuna İlişkin Kavram Yanlışlarının Türleri

Madde konusundaki kavram yanlışları çoğunlukla öğrencilerin makroskopik gözlemlerle tanecik düzeyindeki süreçleri ilişkilendirmekte zorlanmalarından kaynaklanmakta ve literatürde belirli temalar altında sınıflandırılmaktadır (Avcı, 2015; Demir ve ark., 2016).

Tanecikli Yapıya İlişkin Yanlışlar. Öğrencilerin önemli bir bölümü maddenin tanecikli yapısını anlamakta güçlük çekmekte; tanecikler arasında boşluk olmadığı, taneciklerin hâl değişiminde büyüüp küçüldüğü veya yalnızca sıcak maddelerde hareket ettiği gibi yanlış anlamalar sergilenmektedir. Bu durum, soyut mikroskopik yapının günlük yaşam gözlemleriyle doğrudan ilişkilendirilmesinden kaynaklanmaktadır. Literatürde maddenin çok katmanlı ve soyut doğasının öğrencilerin tanecik modelini doğru biçimde kullanmalarını zorlaştırdığı vurgulanmaktadır (Okumuş ve ark., 2015).

Hâl Değişimlerine İlişkin Yanlışlar. Hâl değişimlerinin “yok olma” veya “erime – çözünme eşitliği” yönündeki açıklamalarla yorumlanması en yaygın yanlışlar arasındadır. Öğrenciler tanecik sayısının değiştiğini, taneciklerin kaybolduğunu ya da madde türünün değiştiğini düşünerek süreklilik ilkesini göz ardı etmektedir (Boyras ve ark., 2016; Okumuş ve ark., 2015).

Çözünme ve Çözeltilere İlişkin Yanılgılar. Öğrencilerin çözünmeyi “erime” ile eş anlamlı değerlendirmesi; çözünen maddenin taneciklerinin yok olduğunu düşünmesi, çözelti hacminin değişmediğini ya da çözünen taneciklerin görünmediği için ortadan kalktığını sanması literatürde sık vurgulanan kavramsal güçlüklerdir (Avcı ve ark., 2018; Erenel Ayer, 2021). Bu yanılgıların temelinde makroskobik gözlem ile tanecikli model arasında kurulamayan ilişki bulunmaktadır.

Saf Madde – Karışım Ayrımı ve Yoğunluk Yanılgıları. Öğrencilerin saf madde ve karışım ayrımını çoğu zaman yalnızca gözle görünür özelliklere dayandırması; homojen karışımların saf madde olarak değerlendirmesi, yoğunluğu maddenin miktarına bağlı bir özellik olarak görmesi bu tema altında sıkça rapor edilen yanılgılardır (Altay ve ark., 2021; Uyanık & Dindar, 2016).

Fiziksel – Kimyasal Değişim ve Maddenin Korunumu Yanılgıları. Öğrencilerin kimyasal değişimleri “geri döndürülemez”, fiziksel değişimleri “geri döndürülebilir” şeklindeki yüzeysel bir ayrım ile açıklamakta; hâl değişimleri ve kimyasal tepkimelerde maddenin kaybolduğunu ya da azaldığını düşünmektedir (Kartal, 2017; Karagölge ve ark., 2016; Şen ve ark., 2017). Bu yanlış anlamalar tanecikli modelle makroskobik değişimi ilişkilendirmedeki güçlüklerden kaynaklanmaktadır.

Isı – Enerji – Sıcaklık İlişisine Yönelik Yanılgılar. Öğrencilerin sıcaklık ile ısıyı eş anlamlı değerlendirmesi, soğukluğu bir “madde” gibi algılaması, tanecik hareketini yalnızca sıcaklık artışıyla ilişkilendirmesi ve enerji aktarımını maddesel bir süreç gibi açıklaması bu tema altında sıkça belirtilen yanılgılardandır (Demir ve ark., 2016; Yang ve ark., 2014).

Madde Konusunun Öğretim Programları ve Kavramsal Öğrenme Bağlamında Temellendirilmesi

Ortaokul fen öğretiminde “madde” konusu, öğrencilerin temel kimya kavramlarını yapılandırmalarını sağlayan ve bilimsel akıl yürütme becerilerinin gelişimini destekleyen

kritik bir öğrenme alanı olarak ele alınmaktadır. Öğrencilerin maddenin yapısı, tanecikli modelleri, saf madde – karışım ayrımı ve karışımların ayrılması gibi başlıklara ilişkin geliştirdikleri kavramsal anlayış, ilerleyen sınıflarda karşılaşılabilecekleri bağ yapıları, kimyasal değişimler, tepkime süreçleri ve enerji ilişkileri gibi daha karmaşık içeriklerin öğrenilmesi için ön koşul niteliğindedir. Türkiye’de bu konu, hem 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda hem de güncellenmiş 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında 7. Sınıf düzeyinde sistematik şekilde ele alınmış; her iki programda da öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını anlamlandırması, maddeleri sınıflandırabilmesi ve karışımların ayrılması yöntemlerini günlük yaşam bağlamlarıyla ilişkilendirerek açıklayabilmesi hedeflenmiştir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018, 2024). Bu nedenle madde konusu, kavram yanlışlarının en yoğun araştırıldığı konular arasında yer almakta ve fen eğitimi literatüründe kapsamlı biçimde ele alınmaktadır (Altay & Balım, 2021; Kapıcı & Akçay, 2016).

2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda 7. Sınıf düzeyinde yer alan “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesi; maddenin tanecikli yapısının anlaşılması, atom – molekül ilişkilerinin kurulması, saf madde – karışım ayrımının yapılması ve karışımları ayırma yöntemlerinden bazılarının tanınması üzerinde yapılandırılmıştır (MEB, 2018). 2024 yılında güncellenen öğretim programında ise bu kazanımlar; öğrencilerin bilimsel akıl yürütme, model oluşturma ve deneysel doğrulama gibi üst düzey becerilerini geliştirmeye vurgu yapan bütüncül bir yaklaşımla yeniden düzenlenmiştir (MEB, 2024). Her iki durumda da maddenin tanecikli yapısının doğru anlaşılması süreçlerinin açıklanabilmesi; sonraki yıllarda kimyasal yapı – özellik ilişkilerinin, tepkime süreçlerinin ve madde davranışını açıklayan modellerin öğrenilmesi için temel bir ön öğrenme olarak ele alınmaktadır.

Öğrencilerin madde konusundaki kavramsal anlayışları, özellikle tanecik modeli, atom – molekül yapısı, saf madde – karışım ayrımı ve karışımların ayrılması süreçleri gibi temel kimya kavramlarının yerleşmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu kavramların çoğunun soyut, çok katmanlı ve mikroskobik açıklamaları gerektirmesi nedeniyle

öğrencilerde kalıcı kavram yanlışlarına yol açtığı; bu yanlışların ise ilerleyen sınıflarda kimyasal değişim, tepkime mekanizmaları ve maddenin davranışını açıklayan modellerin öğrenilmesini doğrudan etkilediği vurgulanmaktadır (Demir ve ark., 2016; Karagölge ve ark., 2016; Yang ve ark., 2014). Bu nedenle çalışmanın kuramsal çerçevesinin madde konusuna dayandırılması hem öğretim programlarının önceliklerini hem de literatürde yoğun biçimde raporlanan öğrenci güçlüklerini dikkate alan bilimsel bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

Bu araştırmada geliştirilen dört aşamalı kavram testi de doğrudan bu alanlara odaklanmakta; maddenin tanecikli yapısına ilişkin temel kavrayışı, saf madde ve karışım kavramlarının doğru ayrıştırılmasını ve karışımların ayrılması yöntemlerine yönelik açıklamaları ölçmeyi amaçlamaktadır. Test maddelerinin bu içeriklere göre yapılandırılması hem program kazanımlarıyla uyumu hem de literatürde sık karşılaşılan yanlış türlerinin sistematik biçimde belirlenebilmesi açısından önem taşımaktadır. Dolayısıyla araştırmanın kuramsal çerçevesinin madde konusuna dayandırılması, çalışmanın hem teorik bütünlüğü hem de tanılama geçerliğini temel bir tercih olarak görülmektedir.

İlgili Araştırmalar

Fen eğitimi literatüründe madde konusuna ilişkin kavramsal güçlükler uzun yıllardır araştırılmakta ve özellikle tanecikli yapısı, saf madde – karışım ayrımı, çözünme süreçleri ve karışımların ayrılması gibi temel kavramların öğrenciler tarafından sıklıkla yanlış anlamlandırıldığı ortaya konmaktadır. Bu kapsam altında yapılan çalışmaların önemli bir bölümünde, öğrencilerin hatalı zihinsel modellerini tanılamak ve bu yanlışların kaynağını belirlemek amacıyla farklı ölçme araçları ve öğretim yaklaşımları kullanılmıştır. Örneğin Arini ve ark. (2025), üç aşamalı tanı testi kullanarak yürüttükleri çalışmada öğrencilerin özellikle atomların tanınması, element – bileşik – karışım ayrımı ve tanecik düzeyindeki gösterimlerde önemli kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirlemiştir. Benzer şekilde Slapnicar ve ark. (2018), öğrencilerin maddenin tanecikli yapısına ilişkin kavramları doğru

anlamlandırmada ve bu kavramları farklı gösterimlerle ilişkilendirmede güçlük yaşadıklarını belirlerken; Nuic ve Glazar (2023) öğrencilerin saf madde, karışım ve maddenin tanecikli yapısına ilişkin kavramları anlamlandırmada önemli kavramsal güçlükler yaşadıklarını rapor etmiştir.

Kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik çalışmaların yanı sıra, literatürde bu yanlışların giderilmesine yönelik farklı öğretim yaklaşımlarının etkililiğini inceleyen araştırmalar da bulunmaktadır. Ceylan (2015), kavram karikatürleriyle desteklenen 5E modelinin maddenin tanecikli yapısına ilişkin bilişsel yapıyı geliştirdiğini; ancak bazı yerleşik yanlışların tamamen ortadan kalkmadığını belirtmiştir. Demirtaş ve ark. (2011), kavramsal değişim metinlerinin çözümler konusundaki yanlışları gidermede geleneksel yöntemle göre daha etkili olduğunu göstermiştir. Benzer biçimde Uyanık ve Dindar (2016), ilkökul düzeyinde kavramsal değişim metinlerinin kavram yanlışlarını anlamlı biçimde azalttığını rapor etmiştir. Teknoloji destekli öğrenme ortamlarını inceleyen Güvener (2019) ise element – bileşik – karışım konularında simülasyonların öğrencilerin yanlışlarını belirgin ölçüde azalttığını belirtmiştir.

Öğrencilerin çözelti ve çözünme kavramlarına ilişkin zihinsel modellerini inceleyen çalışmaların büyük kısmı, tanecik düzeyinde açıklamaların öğrenciler için özellikle zorlayıcı olduğunu vurgulamaktadır. Kalın (2008) ile Kalın ve Arıkıl (2010) yaptıkları çalışmalarda çözelti kavramlarında yoğun kavramsal karmaşa tespit etmiş; öğrencilerin doymuş – aşırı doymuş çözelti kavramlarını doğru ifade etmelerine rağmen, bu kavramları temsil eden modelleri çizmede zorlandıklarını göstermiştir. Öğrencilerin çözünme sürecini erime ile karşılaştırmaları ve çözünürlük kavramlarını bağlamdan bağımsız yorumlamaları en yaygın hatalar arasında rapor edilmiştir. Benzer şekilde, Vandersee (2017) öğrencilerin çözelti kavramını açıklarken tanecik düzeyindeki süreçleri doğru modelleştirmekte güçlük yaşadıklarını ve bu durumun çözelti ile çözünme kavramlarına ilişkin kavram yanlışlarını beraberinde getirdiğini belirtmiştir. Karaer (2019) ise fen bilgisi öğretmen adaylarının derişim kavramlarında yüksek düzeyde yanlışlığa sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Son yıllarda geliştirilen aşamalı testlerin kullanıldığı araştırmalar, kavramsal yanlışların çok boyutlu yapısını analiz etmede önemli bir artış göstermektedir. Kardaş ve ark. (2020), iki aşamalı testlerin karışımlar konusundaki yanlışları belirlemede kullanışlı bir araç olduğunu göstermiştir. Sarı ve Bayram (2018), üç aşamalı testlerin öğrencilerin gerekçelerindeki tutarlılığı inceleme açısından önemli bir avantaj sunduğunu bildirmiştir. Bunlara ek olarak Kapıcı ve Akçay (2016), kimya konularındaki hatalı zihinsel modelleri ortaya çıkarmada tanılama araçlarının ayrıntılı analizinin gerekliliğini vurgulamıştır. Benzer şekilde Damsi ve Suyanto (2023) çok aşamalı tanı testlerinin öğrencilerin yalnızca doğru ve yanlış yanıtlarını değil, aynı zamanda bu yanıtların altında yatan düşünme süreçlerini ve kavram yanlışlarını daha ayrıntılı biçimde ortaya koyabildiğini belirtmiştir. Bununla birlikte literatürde dört aşamalı testlerin kullanımının oldukça sınırlı olduğu; özellikle ortaokul öğrencilerinin kavramsal profillerini sistematik şekilde inceleyen çalışmaların ise sınırlı olduğu dikkat çekmektedir.

Tüm bu araştırmalar birlikte değerlendirildiğinde, öğrencilerin madde konusuna ilişkin yanlışlarının farklı sınıf düzeylerinde değişmekle birlikte büyük ölçüde “tanecikli yapı – madde modeli uyumsuzluğu, saf madde – karışım ayrımının günlük yaşantı kavramlarıyla karşılaştırılması, çözünme – erime benzerliği, çözünürlük kavramının bağlamdan kopuk ele alınması ve karışımların ayrılması yöntemlerinin yanlış genellemelerle açıklanması” gibi bezer temalara odaklanıldığı görülmektedir. Ancak mevcut çalışmaların büyük çoğunluğu ya geleneksel testlere ya da iki – üç aşamalı ölçme araçlarına dayanmakta, öğrencinin yanıt, gerekçe ve güven düzeylerini birlikte değerlendiren dört aşamalı tanı testlerinin ise daha sınırlı sayıda kullanıldığı görülmektedir (Damsi & Suyanto, 2023). Daha da önemlisi, ortaokul düzeyinde madde konusuna odaklanan dört aşamalı test uygulamalarına literatürde neredeyse hiç rastlanmamaktadır.

Geliştirilen dört aşamalı kavram testi, madde konusundaki öğrenci anlamalarını sistematik bir çerçevede inceleme olanağı sunması ve ortaokul düzeyine odaklanması bakımından alanda belirlenen boşluğun doldurulmasına katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Testin dört basamaklı yapısı, öğrencilerin yanıt, gerekçe ve güven düzeylerini birlikte ele alarak bilimsel bilgi, kavram yanılığı ve bilgi eksikliği türlerinin ayrıntılı biçimde ortaya konmasını mümkün kılmaktadır. Bu yönüyle çalışma, madde konusundaki kavram yanılığlarının çok boyutlu biçimde çözümlenmesine yönelik özgün ve uygulamaya dönük bir katkı sağlamaktadır.

Bölüm 3

Yöntem

Bu bölümde, ortaokul öğrencilerinin madde konusundaki kavram yanlışlarını belirlemeyi amaçlayan araştırmanın yöntemine ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Araştırmanın türü, çalışma grubunun özellikleri, veri toplama süreci ve verilerin analizinde izlenen aşamalar ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Araştırmanın Türü

Bu araştırma, ortaokul öğrencilerinin madde konusundaki kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla nicel araştırma yaklaşımı çerçevesinde yürütülmüş bir tarama modelidir. Araştırmada veri toplama aracı olarak kullanılan Madde Kavram Testi (MKT) pilot uygulamasından elde edilen veriler testin geçerlik, güvenirlik ve madde analizlerinin gerçekleştirilmesinde kullanılmış; pilot uygulama sonucunda son haline getirilen testin ana uygulamasından elde edilen verilerle öğrencilerin madde konusundaki kavramsal durumları belirlenmiştir.

Tarama modeli, mevcut bir olgunun var olduğu şekliyle betimlenmesine ve geniş örneklem gruplarından elde edilen nicel veriler aracılığıyla durumun ayrıntılı biçimde analiz edilmesine olanak sağlayan bir araştırma desendir (Büyüköztürk ve ark., 2019; Fraenkel ve ark., 2012).

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, Eskişehir ilinin Tepebaşı ilçesinde Millî Eğitim Bakanlığı'na (MEB) bağlı devlet okullarında öğrenim gören ortaokul öğrencileri oluşturmaktadır. Evren içerisinde erişilebilirlik, okul izin süreçleri ve uygulamanın yürütülebilirliği dikkate alınarak belirlenen örneklem, Tepebaşı ilçesindeki farklı okullarda öğrenim gören 430 sekizinci sınıf öğrencisinden oluşmaktadır.

Örneklem belirlenirken, seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme tekniği tercih edilmiştir. Bu yöntemin seçilmesinde okul erişimlerinin mümkün olması, uygulama sürecinin araştırmacı tarafından sağlıklı biçimde yönetilebilmesi ve verilerin toplama sürecinin sorunsuz gerçekleştirilebilmesi için etkili olmuştur (Büyüköztürk ve ark., 2019; Fraenkel ve ark., 2012). Araştırmanın yürütüldüğü dönemde sekizinci sınıf öğrencileri, 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı kapsamında yer alan “Saf Madde ve Karışımlar” ünitesindeki kazanımları tamamlamış oldukları için çalışma grubunun bu düzeyde belirlenmesi planlanmıştır.

2024 yılında yürürlüğe giren Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı, araştırmanın yürütüldüğü dönemde yalnızca beşinci sınıflarda hayata geçirildiğinden, örnekleme yer alan öğrenciler halen 2018 öğretim programına göre öğrenim görmektedir. Bu nedenle madde konusuna ilişkin temel kavramları edinmiş olmaları, kavram yanılgılarının sağlıklı biçimde belirlenebilmesini mümkün kılmıştır.

Araştırmaya katılan öğrencilerin yaşları 12 – 14 arasında değişmekte olup, katılımcıların 209'u kız (%48,6) ve 221'i erkek (%51,4) öğrencilerden oluşmuştur. Elde edilen veriler, öğrencilerin madde konusundaki bilimsel bilgi, bilgi eksikliği ve kavram yanılgıları düzeylerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Cinsiyet dağılımına ilişkin veriler Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2

Cinsiyet Dağılımı

Cinsiyet	Sayı	Yüzde %
Kız (K)	209	48,6 %
Erkek (E)	221	51,4 %
Toplam	430	100 %

Veri Toplama Süreci

Bu araştırmanın veri toplama süreci, Hacettepe Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Etik Kurulu'ndan 02.11.2023 tarihli ve E-51944218-300-00003177317 sayılı etik iznin (Ek-Ç) alınmasının ve Milli Eğitim Bakanlığı'ndan gerekli uygulama izinlerinin tamamlanmasının ardından, çalışmanın örneklemini oluşturan ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerine dört aşamalı MKT'nin uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Veri toplama işlemleri, MEB'e bağlı devlet okullarında, ders saatleri içerisinde ve araştırmacı tarafından belirlenen standart yönergeler doğrultusunda yürütülmüştür. Uygulama öncesinde öğrencilere testin amacı hakkında kısa bir açıklama yapılmış; soruları bireysel olarak, herhangi bir yönlendirme yapılmadan yanıtlamaları gerektiği belirtilmiştir.

Testin uygulanmasında her bir soru için yaklaşık üç dakika olmak üzere toplamda 40 dakikalık bir süre verilmiştir. Öğrencilerin dört aşamamın tamamını dikkatle okumaları ve kendi düşünme süreçlerini yansıtacak biçimde cevaplamaları için gerekli açıklamalar yapılmıştır. Uygulamalar gönüllülük esasına göre yürütülmüş; eksik ya da tutarsız işaretlemeler içeren formlar analiz dışında bırakılmıştır. Veri toplama süreci 2024 – 2025 eğitim öğretim yılı içerisinde tamamlanmış ve analiz dışında bırakılmayan formlardan elde edilen veriler analiz aşamasına dahil edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veri toplamak amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen dört aşamalı Madde Kavram Testi (MKT) kullanılmıştır. Test, öğrencilerin madde konusuna ilişkin kavramsal anlayışlarını, sahip oldukları alternatif kavramları ve yanıtlara yönelik güven düzeylerini bir arada inceleyebilmek için tasarlanmıştır. Dört aşamalı yapı, yalnızca doğru cevabı belirlemeyi değil; öğrencilerin sorulara hangi düşünme biçimiyle yaklaştıklarını ve yanıtlara ne ölçüde güvendiklerini ortaya koymaya da olanak verdiğinden, ölçme aracına tanılayıcı bir nitelik kazandırmaktadır.

MKT'nin Geliştirilme Süreci

Test, öğrencilerin madde konusuna ilişkin kavramsal anlamalarını, sahip oldukları alternatif kavramları ve yanıtlarına yönelik güven düzeylerini çok boyutlu biçimde değerlendirmek üzerine tasarlanmıştır.

MKT'nin birinci aşaması, madde, saf madde, karışım ve karışımların ayrılması süreçlerine ilişkin bilgi düzeyini ölçen çoktan seçmeli maddelerden oluşmaktadır. İkinci aşama öğrencinin birinci aşamadaki yanıtına yönelik güven düzeyini; üçüncü aşama, yanıtın altında yatan gerekçeyi; dördüncü aşama ise öğrencilerin yalnızca bilgi düzeylerini değil, kavramsal düşünme örüntülerini ve bilişsel güven yapısını birlikte değerlendirmektedir.

Test geliştirme sürecinden önce kapsamlı bir literatür taraması yapılmış; test maddelerinde yer alacak çeldiricilerin, alan yazında sık karşılaşılan kavram yanılgılarını temsil etmesine özen gösterilmiştir (Avcı ve ark., 2018; Lindell ve ark., 2007; Özmen & Sever, 2024; Sadler, 1998; Ünal ve ark., 2010). Bu kapsamda, öğrencilerin madde konusundaki kavramsal örüntülerini ortaya çıkarmada etkili olduğu bilinen açık uçlu soru yaklaşımından yararlanılmıştır. Kıray ve ark. (2015) yaklaşımı doğrultusunda hazırlanan açık uçlu sorular, öğrencilerin konuya ilişkin mevcut bilgilerinin, alternatif kavramlarının ve sorulara yaklaşım biçimlerinin ayrıntılı biçimde ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Hazırlanan açık uçlu maddeler (bkz. EK-A), araştırma dışı tutulan 10 sekizinci sınıf öğrencisine uygulanmış; öğrencilerden alınan geri bildirimler doğrultusunda ifadelerin dili, görselleri ve anlaşılabilirliği açısından gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Ardından düzenlenen soru formu Eskişehir'deki ortaokullarda öğrenim gören 100 öğrenciye uygulanmış; içerik analizi sonucunda öğrencilerin en sık dile getirdikleri kavram yanılgıları belirlenmiştir. Test maddeleri hazırlanırken araştırmanın yürütüldüğü dönemde yürürlükte bulunan 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ile bu programa uygun olarak hazırlanan ders kitapları temel alınmıştır. Bu analizlerden elde edilen temalar doğrultusunda çoktan seçmeli maddeler oluşturulmuş; her bir madde iki kavram yanılgısını temsil eden çeldirici ve bir bilimsel doğru yanıt içerecek şekilde düzenlenmiştir. Öğrencilerin yanıt gerekçelerini

belirlemeye yönelik üçüncü aşama, öğrenci ifadelerinden elde edilen açıklamalar temel alınarak yapılandırılmış; dördüncü aşama ise gerekçeyle yönelik eminlik durumunu ortaya koyacak biçimde tasarlanmıştır.

Geliştirilen MKT'nin kavram ve görünüş geçerliği, fen bilgisi eğitimi alanında bir akademisyen, deneyimli bir fen bilgisi öğretmeni ve ölçme – değerlendirme alanında uzman bir akademisyenden oluşan üç kişilik bir uzman grubunun görüşlerine göre değerlendirilmiştir. Uzman dönütleri doğrultusunda maddelerin kavramsal açıklığı, çeldiricilerin temsil gücü, gerekçe seçeneklerinin uygunluğu ve görsel düzenlemeler gözden geçirilerek testin pilot uygulamaya hazır son hali oluşturulmuştur.

Testin uygulanacağı öğrenci grubunun belirlenmesinde, çalışmanın yürütüldüğü sahaya erişim olanakları ve uygulama koşullarının gerektirdiği pratik sınırlılıklar dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda, seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yaklaşımı benimsenmiş; böylece testin uygulanacağı okullara erişim, sınıf düzeylerinin planlanması ve veri toplama sürecinin aynı zaman aralığında yönetilebilmesi mümkün hale gelmiştir. Ölçme aracı geliştirme çalışmalarında sıklıkla önerilen bu yaklaşım, özellikle farklı aşamalardan oluşan ölçme araçlarının uygulanmasında araştırmacıya esneklik sağlaması nedeniyle tercih edilmiştir (Büyüköztürk ve ark., 2019; Fraenkel ve ark., 2012). Ayrıca testte, yer alan madde sayısı göz önünde bulundurularak örneklem büyüklüğünün yeterliliğini değerlendiren öneriler dikkate alınmış ve madde sayısının en az beş katına karşılık gelen hedef büyüklüğe ulaşılmıştır (Tinsley & Tinsley, 1987).

Test, bu doğrultuda Eskişehir ilindeki devlet okullarında öğrenim gören toplam 200 sekizinci sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Uygulama sonrasında, yalnızca belirli aşamaları yanıtlayan ya da soruların önemli bir bölümünü boş bırakan öğrencilerin verileri analiz dışında bırakılmış; dört aşamayı da eksiksiz tamamlayan 175 öğrencinin verisi geçerli veri setini oluşturmuştur. Geçerli verisi bulunan öğrencilerin yaşları 12 – 14 arasında değişmekte olup, katılımcı grubun 93'ü (%53,1) kız, 82'si (%46,9) erkektir.

Bu yönüyle MKT, öğrencilerin madde konusundaki bilişsel örüntülerini yalnızca ölçmeye değil; aynı zamanda hangi kavramları neden tercih ettiklerini ortaya koymaya hizmet eden bütüncül bir veri toplama aracı olarak yapılandırılmıştır.

Geliştirilen MKT'nin geçerlik ve güvenirlik analizleri SPSS, Excel ve Factor gibi istatistiksel paket programları aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Verilerin analiz sürecinde, dört aşamalı test yapısına uygun olarak farklı puanlama türleri dikkate alınmıştır. Bu kapsamda bilimsel bilgi, kavram yanılgısı, pozitif yanlış ve negatif yanlış gibi kategorilere göre ayrı kodlamalar yapılmıştır.

Kodlamada, birinci ve üçüncü aşamalarda verilen yanıtlar doğru olduğunda "1", yanlış olduğunda "0" olarak değerlendirilmiştir. Güven düzeyinin sorgulandığı ikinci ve dördüncü aşamalarda "Eminim" seçeneği "1", "Emin değilim" seçeneği ise "0" puan olarak kodlanmıştır.

Bilimsel bilgi puanları, tüm aşamalara doğru yanıt verilmesi durumunu temsil eden 1-1-1-1 kodlaması üzerinden hesaplanmıştır. Kavram yanılgısı puanlamasında ise birinci ve üçüncü aşamalarda yanlış yanıt, güven aşamalarında ise emin olduğu durumlar (0-1-0-1) dikkate alınmıştır. Pozitif yanlışlarda (cevap doğru, gerekçe yanlış) 1-1-0-1 kodlaması; negatif yanlışlarda (cevap yanlış, gerekçe doğru) ise 0-1-1-1 kodlaması temel alınmıştır. Diğer kombinasyonlar bilgi eksikliği kategorisine dahil edilmiştir. Bu puanlama yaklaşımı, öğrencilerin yalnızca bilgi düzeylerini değil, aynı zamanda yanıtlarının gerekçelendirilmesi ve güven düzeyi boyutlarını da dikkate alarak kavramsal anlamalarının çok boyutlu biçimde analiz edilmesine olarak sağlamıştır.

Testin Güvenirlik Analizi. Geliştirilen MKT, öğrencilerin hem bilgi düzeylerini hem de sahip oldukları kavram yanılgılarını ortaya koymaya yönelik olarak kullanılabilir. Bu amaç doğrultusunda testin güvenirliği, "bilimsel bilgi güvenirliği" ve kavram yanılgısı güvenirliği" olarak iki farklı puanlama yaklaşımı üzerinden değerlendirilmiştir. Güvenirlik analizlerinin sağlıklı biçimde yürütülebilmesi için öncelikle testte kullanılan puanlama mantığı açıklığa kavuşturulmuştur. Birinci ve üçüncü aşamalarda verilen yanıtlar doğru

olduğunda “1”, yanlış olduğunda “0” olarak; ikinci ve dördüncü aşamalarda ise “eminim” seçeneği “1”, “emin değilim” seçeneği “0” olarak kodlanmıştır. Literatürde ölçme araçları için güvenirlik katsayısının .70 ve üzerinin çoğunlukla kabul edilebilir bir düzey olarak değerlendirildiği belirtilmekte (Büyüköztürk ve ark., 2019; Fraenkel ve ark. 2012), ancak kavram yanılgılarını belirlemeye yönelik testlerde bu değerin kimi zaman daha düşük çıkabileceği ifade edilmektedir (Kaltakçı, 2012).

Güvenirlik I: Bilimsel Bilgi Güvenirliği. Öğrencilerin birinci ve üçüncü aşamalarda doğru yanıt verdikleri, ikinci ve dördüncü aşamalarda ise “eminim” seçeneğini işaretledikleri (1-1-1-1) yanıtlar dikkate alınarak hesaplanan güvenirlik katsayısıdır.

Güvenirlik II: Kavram Yanılgısı Güvenirliği. Öğrencilerin birinci ve üçüncü aşamalarda yanlış yanıt verdikleri, ikinci ve dördüncü aşamalarda ise “eminim” seçeneğini işaretledikleri (0-1-0-1) yanıtlar esas alınarak hesaplanan güvenirlik katsayısıdır.

Güvenirlik analizleri sonucunda testin bilimsel bilgi ve kavram yanılgısı puanları için KR-20 iç tutarlılık katsayısı hesaplanmıştır. KR-20 katsayısının tercih edilmesinin nedeni, test maddelerinin doğru – yanlış şeklinde puanlanması ve ölçme aracının tek boyutlu bir bilgi yapısını değerlendirmeye yönelik olmasıdır. Doğru yanıtlar üzerinden hesaplanan bilimsel bilgi puanı (doğru yanıt ve “eminim” işaretlendiğinde 1 puan, diğer durumlar için 0 puan) için KR-20 değeri .816 olarak bulunmuştur. Kavram yanılgısı puanları (yanlış yanıt ve “eminim” işaretlendiğinde 1 puan, diğer durumlarda 0 puan) üzerinden hesaplanan KR-20 değeri ise .743 olarak bulunmuştur. Her iki katsayının da .70’in üzerinde yer alması, dört aşamalı test formatında hem bilgi hem de kavram yanılgısı puanlarının tutarlı bir biçimde işaretlendiğini ve ölçmenin tanılayıcı niteliğini desteklediğini göstermektedir (Gomez-Rodriguez ve ark., 2020; Vrotsou ve ark., 2018).

Özmen ve Sever (2024), üç aşamalı bir test geliştirdikleri çalışmalarında .79 düzeyinde bir KR-20 değeri rapor etmiş ve testin farklı aşamalarının ölçmeye katkısının güvenirlik üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Yun ve ark. (2023) ise dört aşamalı testlerde .70 ‘in üzerindeki iç tutarlılık katsayısının, testin yapısal bütünlüğünü ve madde

uyumu açısından olumlu bir gösterge olduğunu vurgulamıştır. Hasacelebi ve ark. (2020) da çok boyutlu lme araçlarının .80'in üzerindeki alfa değerinin güvenirliğe işaret ettiğini ifade etmektedir. Bu bulgular, literatürde rapor edilen değerlerle uyum göstermekte ve testin hem maddesel hem de yapısal açıdan istikrarlı bir lme aracı olduğunu desteklemektedir. Bu bağlamda, elde edilen KR-20 katsayıları; testin öğrencilerin kavramsal anlayışlarını güvenilir biçimde ölçebildiğini ve dört aşamalı yapısının bu süreci desteklediğini göstermektedir.

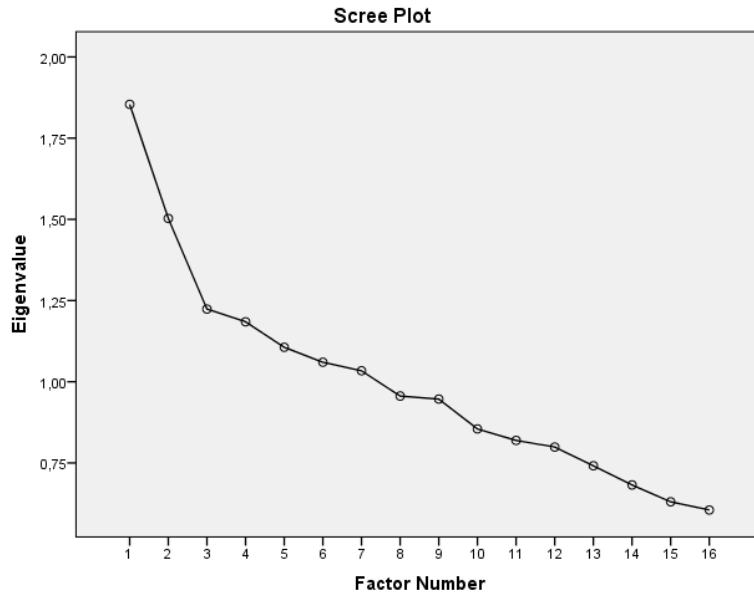
Testin Geçerlik Analizi. Geliştirilen testin geçerliği; faktör analizi, doğru yanıtlar ile güven puanları arasındaki korelasyon, pozitif/negatif yanlış olasılıkları ve uzman görüşü alınarak incelenmiştir.

Geçerlik I: Faktör Analizi. Yapı geçerliğine ilişkin kanıt toplamak amacıyla en sık kullanılan yöntemlerden biri faktör analizidir ve test maddeleri arasındaki ilişkiyi inceleyerek lme aracının altında yatan boyutları ortaya çıkarmayı amaçlar (Pedhazur & Schmelkin, 1991). Bu doğrultuda, geliştirilen MKT için elde edilen verilerin faktör analizine uygunluğu Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) katsayısı ve Bartlett küresellik testi ile değerlendirilmiştir. KMO değerinin .60'ın üzerinde olması Bartlett testinin anlamlı çıkması, verilerin faktör analizine uygun olduğunu göstermektedir (Alpar, 2022). Çalışmada, dört aşamalı testten elde edilen veriler üzerinde açıklayıcı faktör analizi uygulanmış ve elde edilen bulgular tablo halinde sunulmuştur. Ayrıca, madde analizi kapsamında, her bir sorunun güçlük ve ayırt edicilik düzeyleri hesaplanmış ve ilgili ölçütler doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Kavram yanılgısı testi için AFA sonuçlarına göre KMO değeri .652 olup örneklem büyüklüğü yeterlidir. Bartlett küresellik testi ($X^2 = 179,1$ sd=120, $p=.000$) ise istatistiksel olarak anlamlı olduğundan dolayı AFA için elde edilen korelasyon matrisi birim matris değildir yani faktör analizi için uygundur. şekil 1'de kavram yanılgısı testi için yapılan AFA sonucundaki yamaç birikinti grafiği gösterilmiştir.

şekil 1

Yamaç Birikinti Grafiği



Şekil 1 incelendiğinde beşinci noktadan itibaren eğimin belirgin biçimde azaldığı görülmekte olup bu durum, testin dört faktörlü bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Faktör yükleri ve açıklanan varyans değerleri Tablo 3'te sunulmuştur. Tüm maddelerin faktör yüklerinin .30'un üzerinde yer alması, maddelerin ilgili faktörleri yeterli düzeyde temsil ettiğini göstermektedir. Analiz bulguları, tüm maddelerin faktör yüklerinin kabul edilebilir düzeyde olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, toplam açıklanan varyans oranlarının %42,4 olması, sosyal bilimlerde açıklanan varyansın .40 – .60 aralığının “yeterli” kabul edildiği dikkate alındığında (Alpar, 2022), testin yapı geçerliğine ilişkin anlamlı bir kanıt sunmaktadır. Bununla birlikte, açıklanan varyans oranının yüksek olması, ölçme aracının gücünü artıran bir durum olarak yorumlanmaktadır.

Tablo 2

MKT Faktör Yüğü

Maddeler	F1	F2	F3	F4
S1	0,718			
S7	0,642			
S9	0,348			
S14	0,402			

S15	0,51			
S3		0,54		
S8		0,612		
S13		0,432		
S16		0,45		
S2			0,487	
S4			0,432	
S6			0,823	
S11			0,418	
S5				0,834
S10				0,785
S12				0,779
Özdeğer	2,351	1,793	1,353	1,292
Açıklanan Varyans	0,147	0,112	0,085	0,081
Açıklanan Toplam Varyans	0,424			
Güvenirlilik	0,737	0,728	0,724	0,708
Tüm Ölçek Güvenirlilik	0,743			

Kavram testine yönelik yapılan açıklayıcı faktör analizi (AFA) sonucunda özdeğerleri 1,292 ile 2,351 arasında değişen ve özdeğeri 1'in üzerinde olan dört faktör elde edilmiştir. Birinci faktörde 5 madde (S1, S7, S9, S14 ve S15) yer almakta ve açıkladığı varyans %14,7'dir. Bu faktörlere ilişkin faktör yükleri .348 ile .718 arasında değişmektedir. İkinci faktörde 4 madde (S3, S8, S13, S16) bulunmakta ve açıkladığı varyans %11,2 olarak hesaplanmıştır ve faktör yükleri .432 ile .612 arasındadır. Üçüncü faktör 4 maddeden (S2, S4, S6 ve S11) oluşmakta ve %8,5 oranında varyans açıklamaktadır; faktör yükleri .418 ile .823 arasında değişmektedir. Dördüncü faktörde ise 3 madde (S5, S10 ve S12) yer almakta ve açıkladığı varyans %8,1'dir ve faktör yükleri .779 ile .834 arasındadır. Elde edilen dört faktörün toplam açıkladığı varyans %42,4'tür. Faktör bazında güvenirlik katsayıları .708 ile .737 arasında, ölçeğin genel güvenirlik katsayısı ise .743 olarak bulunmuştur. Tüm faktör yüklerinin 0,30'un üzerinde olduğu görülmüş ve sonuç olarak kavram yanılığısı başarı testine

ilişkin maddelerin dört faktörlü bir yapı sergilediği belirlenmiştir. Birinci faktör “saf madde”, ikinci faktör “atom”, üçüncü faktör “karışımların ayrılması” ve dördüncü faktör “karışım” olarak adlandırılmıştır.

Geçerlik II: Doğru Cevap Puanları ve Güven Puanları Arasındaki Korelasyon.

Öğrencilerin verdikleri doğru yanıtlarla güven düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla; “birinci aşama ile ikinci aşama”, “üçüncü aşama ile dördüncü aşama” ve “birinci ve üçüncü aşamaların ikinci ve dördüncü aşamalarla” ilişkisi olmak üzere üç ayrı korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Doğru yanıtlar ile güven puanları arasındaki ilişkilere yönelik hesaplanan korelasyon katsayıları Tablo 4’te yer almaktadır.

Tablo 4

MKT’nin Korelasyon Değerleri

		İkinci Aşama Puanları
Birinci Aşama Puanları	r	.293**
	p	.000
		Dördüncü Aşama Puanları
Üçüncü Aşama Puanları	r	.244**
	p	.000
		İkinci ve Dördüncü Aşama Puanları
Birinci ve Üçüncü Aşama Puanları	r	.273**
	p	.000

Korelasyon katsayılarının yorumlanmasında, katsayının 1.00’a yaklaşmasının güçlü pozitif, -1.00’a yaklaşmasının güçlü negatif ilişkiyi; .00 değerinin ise ilişkisizlik durumunu gösterdiği belirtilmektedir (Alpar, 2022; Büyüköztürk ve ark., 2019). Pallant (2017) ise korelasyon katsayısının mutlak değerinin .40’ın altında kalması durumunda ilişkinin düşük düzeyde olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmada birinci ve ikinci aşama puanları arasında düşük düzeyde pozitif yönlü ilişki vardır ($r=.293$, $p<.05$). Benzer şekilde üçüncü aşama ile dördüncü aşama puanları düşük düzeyde pozitif yönlü bir ilişki vardır ($r=.214$, $p<.05$). Birinci

ve üçüncü aşamalar ile ikinci ve dördüncü aşama puanlarının değerlendirilmesiyle elde edilen katsayı da düşük düzeyde bir ilişki göstermektedir ($r=.273$, $p<.05$). Bu bulgular, testin aşamalarında doğru yanıt verme eğilimi ile yanıt güveni arasında aynı yönde bir artış olduğunu ortaya koymaktadır; ancak ilişkinin düşük düzeyde olması, öğrencilerin doğru yanıt verseler dahi güven düzeylerini her zaman yüksek olmadığını göstermesi bakımından tanılayıcı test yapısıyla uyumludur.

Geçerlik III: Pozitif Yanlış/Negatif Yanlış Olasılıkları. İçerik geçerliği sürecini desteklemek amacıyla bilgi eksikliği, pozitif yanlış ve negatif yanlış kategorilerine ilişkin olasılıklar hesaplanmış; bu süreçte uzman görüşlerinden de yararlanılmıştır. Literatürde, kavram yanlışlarını ölçmeye yönelik testlerde pozitif yanlış ve negatif yanlış oranlarının %10'un altında olması, test maddelerinin kavramsal yapıyı doğru temsil ettiğine yönelik önemli bir gösterge olarak değerlendirilmektedir (Hestenes & Hallon, 1995). Bu doğrultuda yapılan analizlerde pozitif yanlış ortalaması %5,2, negatif yanlış ortalaması ise %3,7 olarak bulunmuştur. Her iki oranın da %10'un altında yer alması, geliştirilen testin kavram yanlışlarını ölçme amacına uygun olduğunu ve testin geçerliğini destekleyen bir bulgu niteliği taşıdığını göstermektedir.

Geçerlik IV: Uzman görüşü. Test maddelerinin geliştirilmesi sürecinde kapsam ve görünüş geçerliğini güçlendirmek amacıyla uzman görüşlerine başvurulmuştur. Açık uçlu maddelerin hazırlanması aşamasında, fen bilgisi eğitimi alanında uzman bir akademisyen, deneyimli bir fen bilgisi öğretmeni ve ölçme değerlendirme alanında uzman bir akademisyenin görüşleri alınmıştır. Uzmanlardan elde edilen dönütler doğrultusunda bazı maddelerin ifadeleri sadeleştirilmiş, gerekçe seçeneklerinde kavramsal tutarlılığı artırmaya yönelik düzenlemeler yapılmış, çeldiriciler belirlenmek istenen kavram yanlışlarını daha iyi temsil edecek biçimde yeniden düzenlenmiş ve bazı görseller anlaşılabilirliği artıracak şekilde düzenlenmiştir.

Literatürde ölçme araçlarının içerik açısından geçerliliğini desteklemek için uzman görüşüne başvurma yaygın bir yöntem olduğu belirtilmektedir (Peterson & Treagust,

1989; Zengin & Bozkurt, 2022). Ayrıca, uzman katkılarının test maddelerinin kavramsal çerçeveye uyumunu güçlendirerek kapsam geçerliği sürecine yapısal destek sunduğu ifade edilmektedir (Sireci & Faulkner-Bond, 2014).

MKT'nin ilk geliştirilen halinde yer alan 33 madde, uzman görüşleri doğrultusunda gözden geçirilmiş; pilot uygulama sonrasında gerçekleştirilen madde analizleri ve açıklayıcı faktör analizi bulguları birlikte değerlendirilerek bazı maddelerin testten çıkarılmasına karar verilmiştir. Bu süreçte Tablo 5'te yer alan ölçütler temel alınmış, ancak madde çıkarma kararları yalnızca madde güçlüğü ve madde ayırt edicilik indekslerine göre değil, uzman görüşleri, açıklayıcı faktör analizi bulguları ve testin kapsam geçerliği birlikte değerlendirilerek verilmiştir.

Tablo 5

Madde Güçlük ve Madde Ayırt Edicilik İndeksi Değerlerine Göre Değerlendirme Ölçütleri

Güçlük İndeksi	Maddelerin Değerlendirilmesi	Ayırt Edicilik İndeksi	Maddelerin Değerlendirilmesi
0,70 – 1	Çok kolay	0,19 ve daha küçük	Çok zayıf mutlaka çıkarılmalı (Zayıf)
0,5 – 0,69	Kolay	0,20 – 0,29	Düzeltilmesi ve geliştirilmesi gerekir (Orta)
0,30 – 0,49	Orta güçlükte	0,30 – 0,39	Oldukça iyi ama yine de geliştirilebilir (İyi)
0,20 ve altında	Zor	0,40 ve daha büyük	Çok iyi madde (Çok iyi)

NOT: Bu tablo, madde güçlük indeksine ilişkin değerlendirme ölçütlerinde Hasaңcelebi ve ark. (2020), madde ayırt edicilik indeksine ilişkin değerlendirme ölçütlerinde ise Büyüköztürk ve ark. (2019) esas alınarak araştırmacı tarafından hazırlanmıştır.

Bu ölçütlere ilişkin olarak; 3. maddenin güçlük indeksi .26 olmasına karşın ayırt edicilik indeksinin .08 olması, maddenin öğrencileri ayırt etmede yetersiz kaldığını göstermiştir. Benzer şekilde, 13. madde .15'lik ayırt edicilik indeksi nedeniyle düşük ayırt ediciliğe sahip bir madde olarak değerlendirilirken; 30. madde ise .78'lük güçlük değeri ile

testin en kolay maddelerinden biri olmasına rağmen .04'lük ayırt edicilik indeksi nedeniyle öğrencileri ayırt etmede yetersiz bulunmuştur.

Madde analizleri ve uzman görüşleri doğrultusunda 2, 3, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 29, 30 ve 33 numaralı maddeler testten çıkarılmıştır. Bu düzenlemeler sonucunda MKT, kapsam geçerliği korunarak daha sade, anlaşılır ve uygulama açısından daha işlevsel bir yapıya kavuşturulmuş; toplam 16 maddeden oluşan nihai halini almıştır. MKT'nin son hali Ek-B'de sunulmuştur.

Tablo 6'da MKT'nin son halinde yer alan maddelerin güçlük ve ayırt edicilik düzeyleri sunulmuştur. Elde edilen değerler, maddelerin hem güçlük hem de ayırt edicilik bakımından kabul edilebilir düzeylerde olduğunu göstermektedir.

Tablo 6

MKT'de Kalan Maddelerin Güçlük ve Ayırt Edicilik Düzeyleri

Madde Numarası	Güçlük İndeksi	Güçlük Düzeyi	Ayırt Edicilik İndeksi	Ayırt Edicilik Düzeyi
1.1	0,42	Orta	0,48	Çok iyi
1.3	0,36	Orta	0,39	İyi
2.1	0,38	Orta	0,31	İyi
2.3	0,30	Orta	0,30	İyi
3.1	0,43	Orta	0,41	Çok iyi
3.3	0,43	Orta	0,50	Çok iyi
4.1	0,46	Orta	0,34	İyi
4.3	0,22	Zor	0,32	İyi
5.1	0,50	Orta	0,46	Çok iyi
5.3	0,32	Orta	0,48	Çok iyi
6.1	0,39	Orta	0,45	Çok iyi
6.3	0,19	Zor	0,34	İyi
7.1	0,38	Orta	0,41	Çok iyi
7.3	0,32	Orta	0,30	İyi

Madde Numarası	Güçlük İndeksi	Güçlük Düzeyi	Ayırt Edicilik İndeksi	Ayırt Edicilik Düzeyi
8.1	0,51	Orta	0,43	Çok iyi
8.3	0,34	Orta	0,33	İyi
9.1	0,41	Orta	0,52	Çok iyi
9.3	0,24	Zor	0,47	Çok iyi
10.1	0,42	Orta	0,39	İyi
10.3	0,17	Zor	0,40	Çok iyi
11.1	0,47	Orta	0,49	Çok iyi
11.3	0,39	Orta	0,38	İyi
12.1	0,40	Orta	0,54	Çok iyi
12.3	0,12	Zor	0,35	İyi
13.1	0,37	Orta	0,50	Çok iyi
13.3	0,30	Orta	0,48	Çok iyi
14.1	0,52	Orta	0,48	Çok iyi
14.3	0,39	Orta	0,58	Çok iyi
15.1	0,42	Orta	0,33	İyi
15.3	0,36	Orta	0,36	İyi
16.1	0,58	Orta	0,48	Çok iyi
16.3	0,41	Orta	0,58	Çok iyi

Geliştirilen testin dört aşamalı yapısı, öğrencilerin yalnızca doğru yanıt verip vermediğini değil; yanıtlarının altında yatan gerekçeleri ve bu gerekçelere ilişkin güven düzeylerini de analiz edebilme imkânı sunması bakımından kapsam geçerliği sürecinde yapılan uzman değerlendirmeleriyle uyumludur.

Veri Analizi

Bu araştırmada veri analizi, dört aşamalı yapıda hazırlanmış ve geçerliği ile güvenilirliği sağlandıktan sonra 16 maddelik son haline ulaşan MKT'nin 430 sekizinci sınıf öğrencisine uygulanmasıyla elde edilen yanıtlar üzerinden gerçekleştirilmiştir. Analiz

süresinde amaç, öğrencilerin madde konusundaki kavramsal durumlarını çok boyutlu biçimde incelemek; bilimsel bilgi düzeyleri, kavram yanıtlarına yönelimleri, doğru – yanlış gerekçelendirme örüntüleri ve verdikleri yanıtlara ilişkin güven durumlarını birlikte değerlendirmektir. Bu yaklaşım, dört aşamalı test yapısının tanılayıcı niteliğiyle uyumlu olarak, öğrencilerin yalnızca doğruya ulaşp ulaşmadığını değil, düşünme süreçlerini ve bilişsel eminlik yapılarını da görünür kılmayı hedeflemektedir.

Dört aşamalı test yapısı gereği, her madde öğrencilerin hem içerik bilgisine hem bu bilgiye yönelik güvenlerine hem de yanıtlarının gerekçesine ve bu gerekçeye ilişkin eminlik durumlarına dair dört ayrı veri üretmiştir. Bu nedenle yanıtlar yalnızca doğru – yanlış şeklinde değil, öğrencinin düşünme sürecini yansıtan bütüncül bir planlama anlayışıyla değerlendirilmiştir. Kodlama sürecinde içerik basamağı ile gerekçe basamağında verilen yanıtlar doğru olduğunda “1”, yanlış olduğunda “0” olarak işaretlenmiştir. Güven basamaklarında ise öğrencinin kendi yanıtından emin olduğunu belirtmesi “1”, emin olmadığını ifade etmesi ise “0” değeriyle kaydedilmiştir. Bu sistem, dört aşamalı tanılayıcı testlerin temel mantığını yansıtmakla birlikte çalışmanın özgün veri yapısına uygun şekilde yeniden düzenlenmiştir.

Dört aşamalı testten elde edilen bu yanıt örüntüleri, analiz sürecinde beş temel kategori altında incelenmiştir. İlk kategori olan bilimsel bilgi, öğrencinin hem içeriğe hem de gerekçeye doğru yanıt verdiği ve bu yanıtlarına güvendiği durumları kapsamaktadır. Kavram yanılgısı kategorisi, öğrencinin soruya yanlış yanıt vermesine rağmen bu yanıtından emin olması ve yanlış gerekçesini de benimsediği örüntüleri ifade etmektedir. Pozitif yanlış durumunda öğrenci doğru içeriği işaretlemiş olsa da gerekçesi bilimsel olarak hatalıdır; buna karşılık negatif yanlış kategorisinde içerik yanıtı yanlış, gerekçe ise bilimsel olarak doğrudur. Bu iki kategori, öğrencilerin düşünme süreçlerinde görülen tutarsızlıkların belirlenmesinde önemli bir tanılayıcı gösterge sunmaktadır. Doğru – gerekçe tutarlılığına dayalı kombinasyon, Hestenes ve Halloun (1995) tarafından ortaya konan yanıt – gerekçe ilişkilendirme yaklaşımı temel alınarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflama, literatürde false

positive ve false negative olarak adlandırılan örüntülerle uyumludur (Caleon & Subramaniam, 2010; Kaltakçı, 2012; Kıray & Şimşek, 2020).

Son kategori olan bilgi eksikliği, içerik ve gerekçe basamaklarında verilen yanıtlarla bu yanıtların güven düzeylerinin çeşitli biçimlerde birleşmesiyle oluşan ve öğrencinin konuyu tam olarak kavrayamadığı, kararsızlık yaşadığı ya da yalnızca kısmi bilgiye sahip olduğu örüntüleri yansıtmaktadır. Böylece dört aşamalı test yapısı, öğrencilerin kavramsal düzeylerini yalnızca doğru veya yanlış yanıtlar üzerinden değil; bu yanıtları oluştururken sergiledikleri düşünme biçimi ve eminlik düzeyleriyle birlikte değerlendirme olanağı sunmuştur.

Dört aşamalı testten elde edilen yanıt örüntüleri çözümlendikten sonra her bir madde için öğrencilerin yanlış içerik yanıtları ile bu yanıtları destekleyen gerekçeler bir araya getirecek olası kavram yanlışları türetilmiştir. Bu süreçte her madde için içerik ve gerekçe basamaklarında yer alan yanlış seçeneklerin farklı kombinasyonları incelenmiş ve benzer nitelikteki ifadeler nitelikteki ifadeler birleştirilerek bütüncül kavram yanlışlığı ifadesi oluşturulmuştur. Bu yaklaşım, çok aşamalı tanı testlerinin geliştirilmesi ve kavram yanlışlarının belirlenmesine ilişkin literatürde önerilen yaklaşımlarla tutarlı olmakla birlikte, çalışmanın veri yapısına uygun biçimde yeniden yapılandırılmıştır (Kaltakçı-Gürel ve ark., 2017; Taban & Kıray, 2022). Bu işlem sonucunda 46 farklı kavram yanlışlığı belirlenmiş; oluşturulan bu liste (bkz. Tablo 8) fen eğitimi alanında uzman iki akademisyen ve deneyimli bir fen bilimleri öğretmenin değerlendirmesine sunulmuştur. Uzmanlardan gelen dönütler doğrultusunda yanlış ifadeleri bilimsel doğruluk, açıklık ve kapsam açısından yeniden gözden geçirilmiş; benzer içerikteki ifadeler birleştirilmiş, ifade biçimleri netleştirilmiş ve kapsamı gözden geçirilmiştir. Yapılan düzenlemeler sonucunda kavram yanlışlarının sayısı değişmemiş, yalnızca ifadelere son hâli verilmiştir. Son aşamada, literatürde önerildiği üzere (Caleon & Subramaniam, 2010; Kaltakçı, 2012; Kıray & Şimşek, 2020) görülme sıklığı %10'un üzerinde olan kavram yanlışları raporlamaya alınmış; daha düşük frekansa sahip olanlar ise veri yorumunu destekleyici nitelikte değerlendirilmiştir.

Kodlama sürecinin tamamlanmasını takiben veriler SPSS ve Excel programları aracılığıyla analiz edilmiştir. Her bir kategoriye ilişkin frekans ve yüzde değerleri hesaplanarak bilimsel bilgi, kavram yanılgısı, pozitif yanlış, negatif yanlış ve bilgi eksikliği örüntülerinin maddeler bazındaki dağılımı ortaya çıkarılmıştır. Bu betimsel analizler, öğrencilerin madde konusundaki kavramsal profillerin nicel olarak görünür kılınmasını sağlamış ve bulguların yorumlanmasına temel oluşturulmuştur.

Bölüm 4

Bulgular, Yorumlar ve Tartışma

Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde, dört aşamalı MKT'ye verilen yanıtların çözümlemesi yapılarak öğrencilerin madde konusuna ilişkin kavramsal eğilimleri ve düzeyleri kapsamlı biçimde ortaya konmuştur. Analiz sürecinde, öğrencilerin verdikleri yanıtlar bilimsel bilgi, kavram yanılgısı, pozitif yanlış, negatif yanlış ve bilgi eksikliği kategorileri altında sınıflandırılmış; böylece öğrencilerin kavramları nasıl yapılandırdıkları çok boyutlu olarak incelenmiştir. Test maddeleri faktör grupları temelinde de değerlendirilerek öğrencilerin hangi alt kavramlarda güçlü veya zayıf olduğu belirlenmiştir. Elde edilen oranlar, maddelerde bulunan kavram yanılgılarının türleri ve bu yanılgıların görülme sıklıkları tablo ve şekiller aracılığıyla sunulmuş; öğrencilerin kavramsal eğilimleri sayısal verilerle birlikte yorumlanmıştır.

Bu kapsamda öncelikle, öğrencilerin madde konusundaki yanıtlarının faktör gruplarına göre dağılımı Tablo 7'de ele alınmıştır.

Tablo 7*MKT'nde Öğrencilerin Madde Konusundaki Cevaplarının Gruplandırılması*

İçerik	Faktör 1: Saf Madde						Faktör 2: Atom					Faktör 3: Karışımların Ayrılması					Faktör 4: Karışım			
Soru Numarası	1	7	9	14	15	Ort.	3	8	13	16	Ort.	2	4	6	11	Ort.	5	10	12	Ort.
%Birinci Aşama	43,9	35,5	41,6	51,	41,1	42,70	41,4	45,1	33,9	53,9	43,60	37,6	45,3	35,5	43,7	40,58	48,3	40,9	40,2	43,18
	5	8	3	16	6		0	2	5	5		7	5	8	2		7	3	3	
%İlk İki Aşama	43,9	35,3	41,4	50,	41,1	42,56	41,4	44,8	32,2	53,9	43,37	37,6	45,3	34,8	43,4	40,35	48,1	40,9	38,8	42,64
	5	5	0	93	6		0	8	6	5		7	5	8	9		4	3	4	
%İlk Üç Aşama	19,0	6,98	16,0	36,	21,4	19,91	26,0	19,7	17,9	28,8	23,14	18,3	3,49	13,0	19,0	13,49	21,6	14,6	8,37	14,88
	7		5	05	0		5	7	1	4		7		2	7		3	5		
%Dört Aşama Birlikte	19,0	6,98	15,5	35,	21,4	19,77	25,8	19,5	17,9	28,8	23,02	18,3	3,49	13,0	18,8	13,43	21,6	14,6	8,14	14,81
	7		8	81	0		1	3	1	4		7		2	4		3	5		
%Bilimsel Bilgi	19,0	6,98	15,5	35,	21,4	19,77	25,8	19,5	17,9	28,8	23,02	18,3	3,49	13,0	18,8	13,43	21,6	14,6	8,14	14,81
	7		8	81	0		1	3	1	4		7		2	4		3	5		
%Pozitif Yanlış	24,6	28,1	25,1	14,	19,7	22,51	15,1	25,1	15,3	24,8	20,12	19,3	41,6	21,8	24,1	26,74	26,2	26,0	30,4	27,60
	5	4	2	88	7		2	2	5	8		0	3	6	9		8	5	7	
%Negatif Yanlış	16,2	21,6	6,28	2,5	10,9	11,53	14,4	9,30	12,3	6,28	10,58	11,1	6,05	4,42	14,1	8,95	6,28	5,35	5,12	5,58
	8	3		6	3		2		3			6			9					

İçerik	Faktör 1: Saf Madde						Faktör 2: Atom					Faktör 3: Karışımların Ayrılması					Faktör 4: Karışım			
Soru Numarası	1	7	9	14	15	Ort.	3	8	13	16	Ort.	2	4	6	11	Ort.	5	10	12	Ort.
%Kavram Yanılgısı	39,7	42,3	51,4	45,	47,4	45,35	43,9	44,8	53,4	39,3	45,41	50,0	48,4	59,3	41,6	49,88	45,3	52,5	53,9	50,62
	7	3	0	81	4		5	8	9	0		0	0	0	3		5	6	5	
%Bilgi Eksikliği 1	0	0	0,47	0	0,23	0,14	0,23	0,23	0	0	0,12	0	0	0	0,23	0,06	0	0	0,23	0,08
%Bilgi Eksikliği 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
%Bilgi Eksikliği 3	0	0	0,23	0	0,23	0,09	0	0	0,23	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0,23	0,08
%Bilgi Eksikliği 4	0,23	0,23	0,23	0	0	0,14	0,23	0	0	0,23	0,12	0	0,23	0	0,23	0,12	0,23	0,23	0	0,16
%Bilgi Eksikliği 5	0	0	0	0	0	0	0	0,23	0,23	0	0,12	0	0	0,70	0,23	0,23	0,23	0	0,47	0,23
%Bilgi Eksikliği 6	0	0,23	0	0	0	0	0	0	0,23	0	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0,70	0,23
%Bilgi Eksikliği 7	0	0	0	0	0	0	0,23	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0,23	0,08
%Bilgi Eksikliği 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
%Bilgi Eksikliği 9	0	0,23	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
%Bilgi Eksikliği 10	0	0	0,47	0	0,47	0,19	0	0,23	0	0	0,06	0,23	0	0,23	0	0,12	0	0,70	0,23	0,31
%Bilgi Eksikliği 11	0	0	0,23	0	0	0,05	0	0	0	0,23	0,17	0,23	0	0,23	0,23	0	0	0,47	0,23	0,23
%Bilgi Eksikliği 12	0	0,23	0	0,4	0	0,14	0	0,47	0,23	0,23	0,23	0,70	0	0,23	0,23	0,29	0	0	0	0

Tablo 7’deki veriler temel alınarak, faktörlerde yer alan maddelere yönelik öğrenci yanıtları ayrı ayrı incelenmiş ve bu inceleme sonucunda ortaya çıkan kavramsal eğilimler aşağıda yorumlanmıştır. Öğrencilerin “saf madde” kavramına yönelik yönelimlerini içeren birinci faktörde yer alan maddelere (1, 7, 9, 14, 15) verilen yanıtlar incelendiğinde, bilimsel bilgi oranlarının görece düşük, kavram yanılgısı oranlarının ise belirgin biçimde yüksek olduğu görülmektedir. Saf maddelerin özelliklerini, karışımlardan ayırma ölçütlerini ve saf maddelerin temel bileşenlerini içeren maddelerde öğrencilerin %19,77 oranında bilimsel bilgiye yöneldiği, buna karşın %45,35 oranında kavram yanılgısı sergilediği belirlenmiştir. Bu durum, öğrencilerin saf madde, element ve bileşik kavramları arasındaki ilişkileri doğru yapılandırmada güçlük yaşadıklarını göstermektedir.

“Atom” kavramını temsil eden ikinci faktörde (3, 8, 13, 16. maddeler), öğrencilerin bilimsel bilgi düzeylerinin sınırlı olmakla birlikte birinci faktöre göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bilimsel bilgi oranının %23,02’ye yükselmesine karşın kavram yanılgısı oranının %45,41 düzeyinde kalması, öğrencilerin atomun temel yapısı, atom – madde ilişkisini anlamlandırırken bazı doğru bilgilere sahip olmalarına rağmen kavram yanılgılarının devam ettiğini düşündürmektedir. Bu durum, öğrencilerin atomun yapısı ve tanecikli yapıya ilişkin temel kavramları anlamlandırmada güçlük yaşadıklarını göstermektedir.

“Karışımların ayrılması” konusunu içeren üçüncü faktörde (2, 4, 6, 11. maddeler), öğrencilerin başarılı olduğu alanların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Bu faktörde bilimsel bilgi ortalamasının %13,43 gibi düşük bir düzeye gerilemesi, öğrencilerin karışımların ayrılmasına ilişkin yöntemleri kavramsal düzeyde yeterince yapılandıramadığını düşündürmektedir. Buna karşılık kavram yanılgısı oranının %49,88 gibi yüksek bir değere ulaşması, öğrencilerin karışımların ayrılmasına ilişkin kavramları ayırma yöntemlerini doğru ilişkilendirmede güçlük yaşadıklarını göstermektedir. Bu durum, karışımların ayrılması konusunun öğrenciler açısından kavramsal açıdan güçlük yaşanan öğrenme alanlarından biri olduğunu düşündürmektedir.

“Karışım” konusunu içeren dördüncü faktörde (5, 10, 12. maddeler) de kavram yanlışlarının yüksek düzeyde sürdüğü görülmektedir. Bilimsel bilgi oranının %14,81 düzeyinde kalması ve kavram yanlışları oranının %50,62’ye ulaşması, öğrencilerin karışımların türleri, karışımların sınıflandırılması ve çözelti kavramına ilişkin temel konularda kavramsal güçlükler yaşadıklarını göstermektedir.

Tablo 8’de MKT’nin maddelerinde yer alan toplam 46 olası kavram yanlışları listelenmiştir. Bu olası kavram yanlışları, testin üçüncü aşamasında yer alan yanlış gerekçeler doğrultusunda belirlenmiş olup, öğrencilerin yanıtlarının analizinde temel referans olarak kullanılmıştır.

Tablo 8

MKT’nde Yer Alan Olası Kavram Yanlışları

Kavram Yanlış Numarası	Kavram Yanlış	Madde Numarası
KY 1	Suyun içinde herhangi bir maddenin bulunmaması, suyun saf madde olmadığını gösterir.	1.1.a 1.2.a 1.3.a 1.4.a
KY 2	Şekerli su saf maddedir.	1.1.a 1.2.a 1.3.b 1.4.a
KY 3	Şekerli suyun formülü vardır.	1.1.c 1.2.a 1.3.e 1.4.a
KY 4	Saf maddeler fiziksel yollarla ayrılır.	1.1.c 1.2.a 1.3.f 1.4.a
KY 5	Etil alkol – su heterojen bir karışımdır.	2.1.a 2.2.a 2.3.b 2.4.a
KY 6	Etil alkol – su buharlaştırma yöntemiyle ayrılır.	2.1.a 2.2.a 2.3.e 2.4.a
KY 7	Zeytinyağının yoğunluğu sudan fazladır.	2.1.b 2.2.a 2.3.c 2.4.a, 2.1.b 2.2.a 2.3.d 2.4.a
KY 8	Atomda enerji katmanları yoktur.	3.1.b 3.2.a 3.3.a 3.4.a
KY 9	Atomda çekirdek yoktur.	3.1.b 3.2.a 3.3.e 3.4.a
KY 10	Bazı maddelerde atom bulunmaz.	3.1.c 3.2.a 3.3.c 3.4.a
KY 11	Doğada bulunan tüm maddelerin yapı taşı atom değildir.	3.1.c 3.2.a 3.3.f 3.4.a
KY 12	Tuzlu su gibi homojen katı – sıvı karışımlar süzme yöntemiyle birbirinden ayrılır.	4.1.b 4.2.a 4.3.a 4.4.a
KY 13	Homojen sıvı – sıvı karışımlar yoğunluk farkı yöntemi ile birbirinden ayrılır.	4.1.b 4.2.a 4.3.a 4.4.a, 4.1.c 4.2.a 4.3.c 4.4.a

KY 14	Tuz – su, alkol – su gibi homojen karışımlar yoğunluk farkı ile birbirinden ayrılır.	4.1.b 4.2.a 4.3.b 4.4.a
KY 15	Alkol ve su yoğunlukları farklı olduğu için ayırma hunisiyle birbirinden ayrılır.	4.1.c 4.2.a 4.3.e 4.4.a
KY 16	Sıvı buharlaşınca karışım heterojen özellik kazanır.	5.1.a 5.2.a 5.3.d 5.4.a
KY 17	Şekerli su karışımı buharlaştığında, şekerin ilk duruma göre miktarı azalır.	5.1.c 5.2.a 5.3.b 5.4.a
KY 18	Şekerli su karışımındaki şeker, ikinci durumda buharlaşarak kaybolur.	5.1.c 5.2.a 5.3.e 5.4.a
KY 19	Çözünme sırasında madde miktarı azalır.	6.1.b 6.2.a 6.3.b 6.4.a
KY 20	Sıcak çayın içinde şeker erir.	6.1.b 6.2.a 6.3.d 6.4.a
KY 21	Çözünme sırasında şeker miktarı artar.	6.1.c 6.2.a 6.3.a 6.4.a
KY 22	Bileşiklerin atomları aynıdır.	7.1.b 7.2.a 7.3.a 7.4.a, 7.1.b 7.2.a 7.3.e 7.4.a, 16.1.a 16.2.a 16.3.a 16.4.a, 16.1.c 16.2.a 16.3.d 16.4.a, 16.1.c 16.2.a 16.3.e 16.4.a
KY 23	Elementlerin atomları birbirinden farklıdır.	7.1.a 7.2.a 7.3.c 7.4.a, 7.1.a 7.2.a 7.3.d 7.4.a, 8.1.b 8.2.a 8.3.a 8.4.a, 13.1.b 13.2.a 13.3.b 13.4.a, 13.1.a 13.2.a 13.3.e 13.4.a
KY 24	En az üç çeşit atom bir araya geldiğinde element oluşur.	8.1.b 8.2.a 8.3.c 8.4.a
KY 25	Bileşikler birden fazla molekülün bir araya gelmesiyle oluşur.	8.1.c 8.2.a 8.3.d 8.4.a
KY 26	Çelik saf maddedir.	9.1.b 9.2.a 9.3.a 9.4.a
KY 27	Deniz suyu heterojen bir karışımdır.	9.1.a 9.2.a 9.3.b 9.4.a
KY 28	Tüm çözeltiler homojen değildir.	9.1.a 9.2.a 9.3.c 9.4.a
KY 29	Çelik bir bileşiktir.	9.1.b 9.2.a 9.3.d 9.4.a
KY 30	Süt hiçbir şeyle karışmaz.	10.1.a 10.2.a 10.3.a 10.4.a
KY 31	Süt saf maddedir.	10.1.a 10.2.a 10.3.b 10.4.a
KY 32	Sis her yerde sabit dağılmadığı için homojen karışımı oluşturur.	10.1.c 10.2.a 10.3.c 10.4.a
KY 33	Sis tek renkli bir görünüme sahip olduğu için homojen karışımdır.	10.1.c 10.2.a 10.3.e 10.4.a

KY 34	Sıcaklığın artması maddelerin erimesini hızlandırır.	11.1.b 11.4.a, 11.3.e 11.2.a	11.2.a 11.1.b 11.4.a, 11.3.c	11.3.d 11.2.a 11.1.c 11.4.a
KY 35	Şekerin gözden kaybolma süresi arttıkça erime hızı artar.	11.1.c 11.4.a	11.2.a	11.3.b
KY 36	Tuz ve kahve suyun içinde karışarak hepsi aynı maddeye dönüşür.	12.1.c 12.4.a	12.a.	12.3.a
KY 37	Su, tuz ve kahve karışımlarında kahve dibe çöktüğü için homojen karışım oluşturur.	12.1.c 12.4.a	12.2.a	12.3.c
KY 38	Su, zeytinyağı ve şeker karışımı, zeytinyağı ile şeker su içinde tam olarak karışmadığı için homojen karışımdır.	12.1.a 12.4.a	12.2.a	12.3.b
KY 39	Zeytinyağı ve şekerli su karışımı, zeytinyağının şekerli su üzerinde ayrı bir tabaka oluşturması nedeniyle homojen karışımdır.	12.1.a 12.4.a	12.2.a	12.3.f
KY 40	En az iki farklı atom birleştiğinde element oluşur.	13.1.b 13.4.a	13.2.a	13.3.a
KY 41	Elementi oluşturan atomlar birbiri ile bağ kurmaz.	13.1.a 13.4.a	13.2.a	13.3.c
KY 42	Element ilk harfi ile gösterilir.	14.1.b 14.4.a, 14.3.d 14.2.a 14.1.c 14.4.a	14.2.a 14.1.b 14.4.a, 14.3.c 14.2.a 14.3.e	14.3.a 14.2.a 14.1.c 14.4.a 14.3.e
KY 43	CO bileşiğinin ismi karbon hidrojenidir.	15.1.b 15.4.a	15.2.a	15.3.b
KY 44	CO bileşiğinin ismi kalsiyum oksittir.	15.1.b 15.4.a	15.2.a	15.3.c
KY 45	SO ₂ bileşiğinin ismi azot oksittir.	15.1.c 15.4.a	15.2.a	15.3.d
KY 46	SO ₂ bileşiğinin ismi sodyum dioksijendir.	15.1.c 15.4.a	15.2.a	15.3.e

Tablo 9 ve Şekil 2’de MKT’nde yer alan olası 46 kavram yanlışlığının görülme yüzdelerine yer verilmiştir. Kavram yanlışlıklarının değerlendirilmesinde, literatürde yaygın olarak kullanılan ölçüt temel alınmış ve %10’un üzerindeki ifadeler anlamlı düzeyde kavram yanlışlığı olarak kabul edilmiştir (Caleon & Subramaniam, 2010; Kaltakçı, 2012; Kiray &

Şimşek, 2020; Taban & Kıray, 2022). Bu doğrultuda, Şekil 3'te, %10'un üzerinde görülen kavram yanlışlarının ortalama yüzdeleri ayrıca gösterilmiştir.

Tablo 9

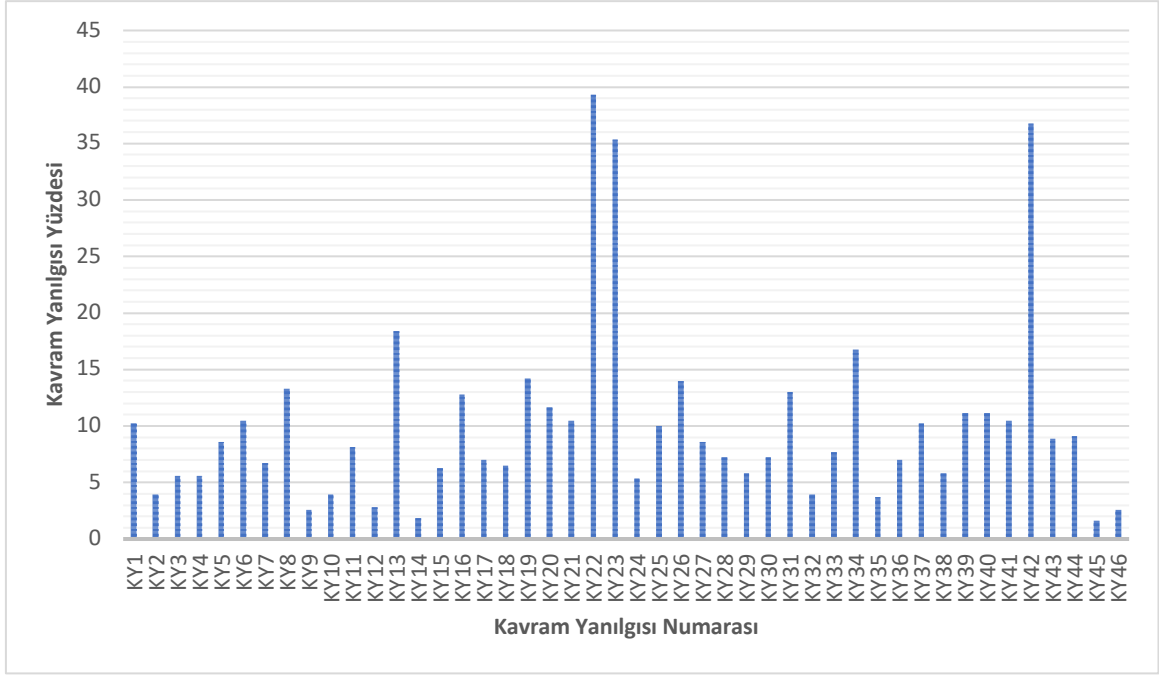
MKT'nin Maddelerde Yer Alan Kavram Yanlışlarının Yüzde Oranları

	KY1	KY2	KY3	KY4	KY5	KY6	KY7	KY8	KY9	KY10
N	44	17	24	24	37	45	29	57	11	17
%Ort.	10,23	3,95	5,58	5,58	8,60	10,47	6,74	13,26	2,56	3,95
	KY 11	KY 12	KY 13	KY 14	KY 15	KY 16	KY 17	KY18	KY19	KY20
N	35	12	79	8	27	55	30	28	61	50
%Ort.	8,14	2,79	18,37	1,86	6,28	12,79	6,98	6,51	14,19	11,63
	KY21	KY22	KY23	KY24	KY25	KY26	KY27	KY28	KY29	KY30
N	45	169	152	23	43	60	37	31	25	31
%Ort.	10,47	39,30	35,35	5,35	10,00	13,95	8,60	7,21	5,81	7,21
	KY31	KY32	KY33	KY34	KY35	KY36	KY37	KY38	KY39	KY40
N	56	17	33	72	16	30	44	25	48	48
%Ort.	13,02	3,95	7,67	16,74	3,72	6,98	10,23	5,81	11,16	11,16
	KY41	KY42	KY43	KY44	KY45	KY46				
N	45	158	38	39	7	11				
%Ort.	10,47	36,74	8,84	9,07	1,63	2,56				

Not: Kavram yanlışısını seçen öğrenci sayısı (toplam n=430). %Ort. = ilgili kavram yanlışısının ortalama görülme yüzdesi

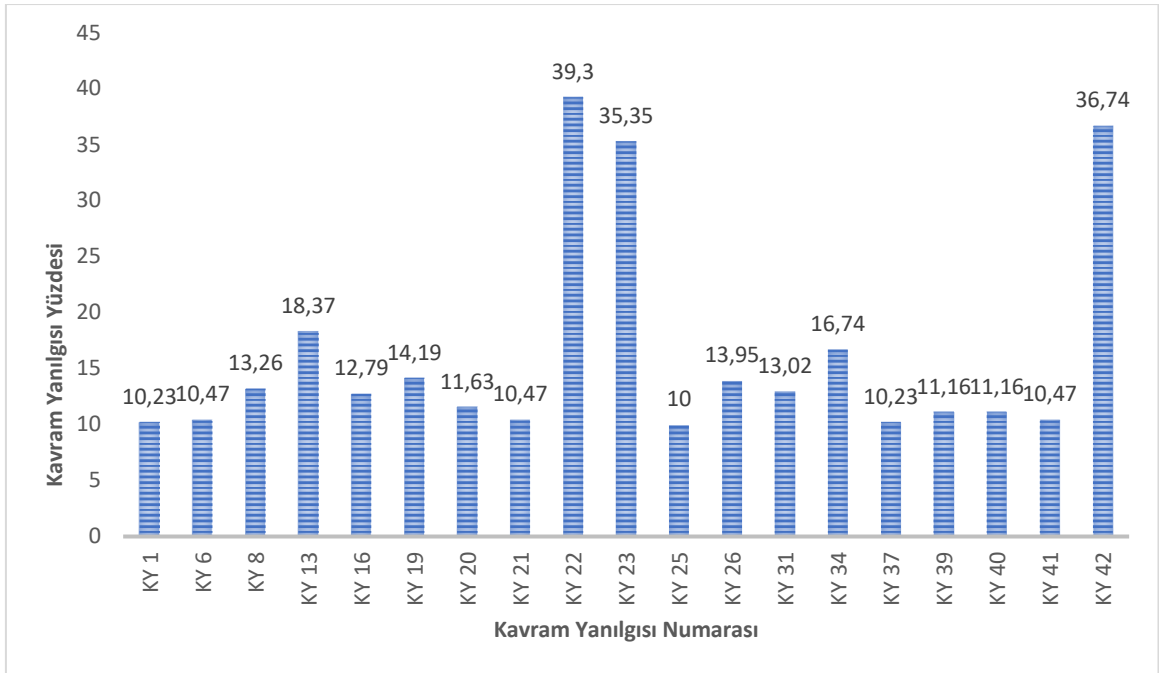
Şekil 2

MKT'nin Maddelerde Yer Alan Kavram Yanlışlarının Yüzde Oranları



Şekil 3

MKT’de %10’un Üzerinde Görülen Kavram Yanılgıları



Tablo 9, Şekil 2 ve Şekil 3’teki yüzdelik dağılımlar incelendiğinde, kavram yanılgılarının öğrenci grubunda oldukça geniş bir çeşitlilik gösterdiği görülmektedir. Birçok yanlış düşük oranlarda tekrarlıysa da belirli kavramlara ilişkin yanlış anlamaların örneklemede belirgin biçimde yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. Özellikle KY 22 “Bileşiklerin

atomları aynıdır" (%39,30) ve KY 42 "Element ilk harfi ile gösterilir." (%36,74) ifadelerinin en yüksek oranlara ulaşması, öğrencilerin element – bileşik ilişkisi ve elementlerin gösterimine ilişkin temel kavramlarda kavramsal güçlükler yaşadıklarını göstermektedir. Bu bulgu, öğrencilerin atom, element ve bileşik kavramları arasındaki ilişkileri doğru yapılandırmada güçlük yaşadıklarına işaret etmektedir.

Düşük oranlarda olmakla birlikte, "şekerli su saf maddedir" (KY 2; %3,95) ve "şekerli suyun formülü vardır" (KY 3; %5,58) gibi ifadelerin öğrenciler tarafından tercih edilmesi, madde – karışım kavramlarının ayırt edilmesinde güçlük yaşandığını göstermektedir. Bu bulgu, çözünme sonucunda oluşan karışımların yapısının bazı öğrenciler tarafından doğru anlamlandırılmadığını düşündürmektedir.

Sıcaklık ve çözünme süreçlerine ilişkin kavram yanlışlarında da benzer bir örüntü görülmektedir. Öğrencilerin %11,63'nün "sıcak çay içinde şeker erir" (KY 20) ifadesini tercih etmiş olması, çözünme ve erime olaylarını birbirinden ayırt etmede güçlük yaşadıklarını göstermektedir. Benzer şekilde, "Sıcaklığın artması maddelerin erimesini hızlandırır" (KY 34) yanlışının %16,74 gibi dikkat çekici bir oranla görülmesi, öğrencilerin sıcaklığın çözünme ve erime süreçlerindeki rolünü doğru anlamlandırmada güçlük yaşadıklarını düşündürmektedir. Her iki kavram yanlışları birlikte değerlendirildiğinde, öğrencilerin çözünme, erime ve sıcaklık arasındaki ilişkilere yönelik temel kavramları birbirinden ayırt etmede zorlandıkları ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri doğru yapılandıramadıkları anlaşılmaktadır.

Tablo 9'daki yüzdeler dikkate alındığında KY 1 (%10,23), KY 6 (%10,47), KY 8 (13,26), KY13 (18,37), KY 16 (12,79), KY 19 (%14,19), KY 20 (%11,63), KY 21 (%10,47), KY 22 (39,30), KY 23 (%35,35), KY 25 (%10,00), KY 26 (13,95), KY 31 (13,02), KY 34 (%16,74), KY 37 (%10,23), KY 39 (%11,16), KY 40 (%11,16), KY 41 (10,47), KY 42 (%36,74) numaralı kavram yanlışlarının %10'un üzerinde olduğu belirlenmiştir. Özellikle "Bileşiklerin atomları aynıdır" (KY 22) ve "Element ilk harfi ile gösterilir" (KY 42) kavram yanlışlarının yüksek oranlarda görülmesi, öğrencilerin saf madde, element ve bileşik

kavramları arasındaki ilişkileri doğru yapılandırmada güçlük yaşadıklarını göstermektedir. Ayrıca, %10'un üzerinde görülen kavram yanlışlarının tanecikli yapı, element, bileşik, karışım ve karışımların ayrılması gibi farklı alt alanlarına yayılması, öğrencilerin madde konusuna ilişkin temel kavramlar arasında ilişki kurmada güçlük yaşadıklarını düşündürmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Tablo 9 ve Şekil 2'deki dağılımlar öğrencilerin bireysel yanıtlarında çeşitlilik bulunsa da kavram yanlışlarının belirli temalarda toplandığını göstermektedir. Burada dikkat çeken bir diğer nokta, Şekil 3'te %10'un üzerinde görülen kavram yanlışlarının ayrıca verilmesiyle öğrenciler arasında yüksek oranda tekrar eden kavram yanlışların görsel olarak belirginleştirilmesidir. Bu şekil, öğrencilerin madde konusunu oluşturan temel kavramları bir bütün olarak yapılandırmada güçlük yaşadıklarını ve özellikle tanecikli yapı ile sınıflandırma temelli kavramlarda kavram yanlışlarının yoğunlaştığını göstermektedir.

Tartışma

Bu araştırmada geliştirilen dört aşamalı MKT'nden elde edilen bulgular, öğrencilerin madde konusuna ilişkin kavramsal yapılarında önemli boşluklar ve yerleşik yanlış öğrenmeler olduğunu göstermektedir. Özellikle dikkat çeken nokta, saf madde, atom, karışım ve karışımların ayrılması konularında ortaya çıkan yoğun kavram yanlışlarının, daha önceki çalışmalarda rapor edilen bulgularla büyük ölçüde örtüşmesidir (Kalın & Arıkil, 2010; Nuic & Glazar, 2023; Slapnicar ve ark., 2018). Bu örüntü, madde kavramının öğretim sürecinde temel seviyede yapılandırılmayan alanların, daha gelişmiş düzeydeki kavramların öğrenilmesini doğrudan etkilediğini göstermesi bakımından ayrı bir önem taşımaktadır. Bu nedenle araştırmanın bulguları, kavramların temel düzeyde nasıl yapılandırıldığına ilişkin dikkate değer ipuçları sunmaktadır.

Araştırmada birinci faktör olan saf maddeye ilişkin kavram yanlışlarının yüksek olması (bkz. Tablo 9; ör. KY 1, KY 22, KY 23, KY 26, KY 42), öğrencilerin saf madde,

element, bileşik ve karışım kavramları arasındaki ilişkileri doğru yapılandıramadıklarını göstermektedir. Özellikle “Bileşiklerin atomları aynıdır” (KY 22; %39,30) ve “Elementler ilk harfi ile gösterilir” (KY 42; %36,74) kavram yanlışlarının yüksek oranda görülmesi, öğrencilerin bileşiklerin yapısı ile elementlerin gösterimine ilişkin temel kavramlarda güçlük yaşadıklarını göstermektedir. Elde edilen bu bulgu, literatürde öğrencilerin saf madde – karışım ile element – bileşik kavramlarını ayırt etmede güçlük yaşadığını ortaya koyan çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Avcı ve ark., 2018; Karagölge ve ark., 2016). Ayrıca, bir maddenin kimyasal yapısını temsil eden semboller ile maddeye ilişkin özelliklerin karıştırılmasının öğrenciler arasında yaygın bir problem olduğu daha önceki çalışmalarda da belirtilmektedir (Kapıcı & Akçay, 2016). Saf madde temasında ortaya çıkan bu problemin ardından, öğrencilerin tanecikli yapı kavrayışını içeren atom temasında da benzer güçlükler yaşandığı görülmektedir.

İkinci faktör olan atom konusunu içeren maddelerde kavram yanlışları oranının yüksek bulunması (bkz. Tablo 9; ör. KY8, KY 22, KY23, KY 25, KY 40, KY42), öğrencilerin tanecikli yapı yaklaşımını anlamlandırmada güçlük yaşadıklarını göstermektedir. Özellikle “Atomda enerji katmanları yoktur” (KY 8; %13.26), “Bileşiklerin atomları aynıdır.” (KY 22; %39,30), “Elementlerin atomları birbirinden farklıdır” (KY23; %35,35) ve “Elementler ilk harfi ile gösterilir” (KY 42; %36,74) kavram yanlışlarının yüksek oranda görülmesi, öğrencilerin atomun yapısı, tanecikli yapı ile atom, element ve bileşik kavramları arasındaki ilişkileri anlamlandırmada güçlük yaşadıklarını göstermektedir. Elde edilen bu bulgu, atomun yapısı, çekirdek, enerji katmanları ve molekül gibi temel bileşenlere ilişkin yanlış anlamaların literatürde de sıkça rapor edildiği çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Kahraman & Demir, 2011; Yang ve ark., 2014). Soyut ve mikroskobik düzeydeki kavramların, öğrencilerde yeterli zihinsel temsiller oluşturmada öğretiminin bu tür kavram yanlışlarının kalıcı hale gelmesine neden olabileceği belirtilmektedir (Chi ve ark., 1994; Uyanık & Dindar, 2016). Nitekim öğrencilerin atomun yapısına ilişkin modelleri sembolik düzeyde yorumlarken

makroskobik gözlemlerle ilişkilendirmekte zorlanmaları, bu çalışmanın bulgularında da açık biçimde görülmektedir.

Karışımların ayrılması faktörüne (faktör üçe) ilişkin öğrencilerin hem kavramları hem de ayırma yöntemlerini doğru ilişkilendirmede güçlük yaşadığı görülmektedir (bkz. Tablo 9; ör. KY 6, KY 13, KY 19, KY 20, KY 21, KY 34). Özellikle “Homojen sıvı-sıvı karışımları yoğunluk farkı yöntemi ile birbirinden ayrılır” (KY 13; 18,37), “Sıcak çayın içinde şeker erir” (KY 20; %11,63) ve “Sıcaklığın artması maddelerin erimesini hızlandırır” (KY34; %16,74) kavram yanlışlarının görülmesi, öğrencilerin karışımların ayrılmasında kullanılan yöntemlerin dayandığı temel ilkeleri ve çözünme – erime ayrımını anlamlandırmada güçlük yaşadıklarını göstermektedir. Bu durum, öğrencilerin ayırma yöntemlerini yalnızca yöntem adı üzerinden değil, yöntemin dayandığı fiziksel özelliklerle ilişkilendirmekte zorlandıklarını düşündürmektedir. Elde edilen bu bulgu, öğrencilerin ayırma yöntemlerini seçerken yöntemin temel mantığını açıklamakta zorlandığını bildiren çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Boyras ve ark., 2016; Demir ve ark., 2016). Ayrıca literatürde karışım türüne göre yöntem seçme sürecinin öğrenciler tarafından çoğunlukla ezbere dayalı yürütüldüğü ve bu nedenle bağlam değiştiğinde yanlışların ortaya çıktığı vurgulanmaktadır (Avcı, 2015; Gökulu, 2017).

Karışım (Faktör 4) konusuna ilişkin yanlışlarının yüksek düzeyde olması (bkz. Tablo 9; ör. KY 16, KY 31, KY37, KY 39) öğrencilerin karışım türleri ve çözelti kavramına ilişkin temel kavramları anlamlandırmada güçlük yaşadıklarını göstermektedir. Özellikle “Sıvı buharlaşınca karışım heterojen özellik kazanır.” (KY 16; 12,79), “Süt saf maddedir.” (KY 31; 13,02), “Su, tuz ve kahve karışımlarında kahve dibe çöktüğü için homojen karışım oluşturur.” (KY 37; 10,23) ve “Zeytinyağı ve şekerli su karışımı, zeytinyağının şekerli su üzerinde ayrı bir tabaka oluşturması nedeniyle homojen karışımdır.” (KY 39; 11,16) kavram yanlışlarının görülmesi, öğrencilerin karışımların sınıflandırılması ile çözelti kavramını bilimsel ölçütlere göre açıklamakta zorlandıklarını göstermektedir. Elde edilen bu bulgu, öğrencilerin karışımların sınıflandırılması ve çözelti kavramına ilişkin güçlükler yaşadığını

bildiren çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Ecevit & Özdemir Şimşek, 2017; Kardaş ve ark., 2020). Ayrıca çözücü – çözünen etkileşimlerini kavramsal olarak anlamlandıramayan öğrencilerin çözünme – erime ayrımını yapmakta zorlandığı önceki çalışmalarda da vurgulanmıştır (Bulut, 2020; Çiftçi & Aydın, 2020).

Bu bulgular, öğrencilerin madde konusuna ilişkin kavramsal güçlüklerinin yalnızca belirli kavramlarla sınırlı kalmadığını, karışım türleri, çözünme süreçleri, tanecikli yapı, element, bileşik ve karışımların ayrılması gibi farklı alt konulara yayıldığını göstermektedir. Benzer eğilimlerin diğer kavram alanlarında da görülmesi, kavram yanılgılarının belirli maddelere özgü dağınık hatalar olmadığını; madde ünitesi geneline yayılan daha geniş ve bir kavramsal örüntünün parçası olduğunu düşündürmektedir. Bu çerçevede, Caleon ve Subramaniam (2010), Kaltakçı, (2012), Kıray ve Şimşek, (2020) ile Taban ve Kıray'ın (2022) önerdiği ve literatürde yaygın olarak kullanılan ölçüt doğrultusunda, %10'un üzerinde görülen ifadeler anlamlı düzeyde kavram yanılgısı olarak değerlendirilmiştir. Bulgular, bu yanılgıların belirli temalarda kümelenmesinin öğrencilerin madde konusunu bütüncül bir yapı yerine parçalı bilgi kümeleri halinde öğrenme eğiliminde olduklarını gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, kavramsal öğrenmenin bütüncül biçimde yapılandırılmadığı ortamlarda öğrencilerin yeni bilgileri mevcut yapılarıyla ilişkilendirerek daha karmaşık yanlış anlamalar oluşturduklarını vurgulayan araştırmalarla da uyumludur (Geçgel & Şekerci, 2018; Kartal, 2017; Sarı & Bayram, 2018). Ayrıca öğrencilerin özellikle tanecikli yapı, kimyasal temsil, element, bileşik, karışım ve karışımların ayrılması konularında kavram yanılgılarının birlikte görülmesi, bu kavramlar arasındaki ilişkilerin korunmasında güçlük yaşandığını düşündürmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, bu araştırmanın sonuçları; öğrencilerin özellikle saf madde – karışım ayrımı, atomun yapısı ile atom – element – bileşik ilişkileri ve karışımların sınıflandırılmasına yönelik kavram yanılgılarının, ulusal literatürde bildirilen bulgularla (Boyras ve ark., 2016; Kapıcı & Akçay, 2016) ve uluslararası literatürde rapor edilen bulgularla (Nuic & Glazar, 2023; Slapnicar ve ark., 2018) benzerlik gösterdiğini ortaya

koymaktadır. Bu durum, maddenin yapısı ve özellikleri konusunun öğretiminde karşılaşılan güçlüklerin sürdüğünü ve öğretim süreçlerinde görsel temsil, modelleme, kavramsal değişim stratejileri ile çoklu temsile dayalı yaklaşımların önemini ortaya koymaktadır. Kavram yanılgılarının özellikle yapısal temsil ile element/bileşik ve homojen/heterojen sınıflandırılmasına ilişkin kavramlarda yoğunlaşması, öğrencilerin bu kavramlar arasındaki ilişkileri yapılandırmada güçlük yaşadıklarını göstermektedir. Bu bulgular, madde konusuna yönelik öğretim süreçlerinde kavramlar arası ilişkilerin daha açık, yapılandırmacı ve çoklu temsil destekli şekilde ele alınmasının gerekliliğine işaret etmektedir; ancak bu yöndeki çıkarımlara, çalışmanın öneriler bölümünde ayrıntılı olarak yer verilecektir.

Bölüm 5

Sonuç ve Öneriler

Bu bölümde, bulgular, yorumlar ve tartışma bölümünde şekillenen sonuçlar bütüncül olarak ele alınmış ve araştırmanın genel sonuçlarıyla ileriye dönük öneriler sunulmuştur.

Sonuç

Bu araştırma sonucunda, ortaokul öğrencilerinin madde konusundaki kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik dört aşamalı, geçerli ve güvenilir bir Madde Kavram Testi (MKT) geliştirilmiştir. Geliştirilen MKT’de elde edilen bulgular, ortaokul öğrencilerinin madde konusuna ilişkin kavramsal yapılarında önemli eksiklikler ve kavram yanlışları bulunduğunu göstermektedir. Özellikle saf madde, atom, karışım ve karışımların ayrılması konularında belirlenen yüksek oranlı kavram yanlışları, öğrencilerin bu temel kavramları bütüncül bir yapı içerisinde anlamlandırmakta zorlandığını ortaya koymuştur. Yanlışların büyük bölümünün %10’un üzerinde görülmesi, bu kavram yanlışlarının öğrenciler arasında yaygın olduğunu göstermektedir.

Araştırmanın sonuçları, öğrencilerin saf madde, atom, karışım ve karışımların ayrılması konularında; element – bileşik ilişkisi, tanecikli yapı, atom – madde ilişkisi, çözelti oluşumu, homojen – heterojen karışımların sınıflandırılması ve karışımların ayrılması gibi temel kavramları doğru ilişkilendirmede güçlük yaşadıklarını göstermektedir. Özellikle faktörlerde belirlenen kavram yanlışlarının birlikte görülmesi, öğrencilerin madde konusunu oluşturan temel kavramlar arasındaki ilişkileri bütüncül biçimde yapılandırmakta zorlandıklarını ortaya koymuştur. Bu sonuç, öğrencilerin farklı alt konulara ilişkin kavramları birbiriyle ilişkili bir yapı içerisinde anlamlandırmada güçlük yaşadıklarını düşündürmektedir.

Çalışmada karışımların ayrılmasına ilişkin kavramlar ile ayırma yöntemlerine yönelik kavram yanlışlarının yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında, saf madde, karışım, çözelti ve karışımların ayrılması konularında belirlenen kavram yanlışlarının

birlikte görülmesi, öğrencilerin madde ünitesini oluşturan temel kavramlar arasındaki ilişkileri yapılandırmada güçlük yaşadıklarını düşündürmektedir.

Genel olarak değerlendirdiğinde, araştırma bulguları madde konusundaki temel kavramlar arasında bilimsel ilişkiler kurmakta güçlük yaşadıklarını ve kavram yanılgılarını özellikle saf madde, atom, karışım ve karışımların ayrılması konularında yoğunlaştığını göstermektedir. Bu sonuçlar, madde konusunun öğretiminde öğrencilerin özellikle soyut kavramlar ile bunlar arasındaki ilişkileri anlamlandırmada güçlük yaşadıklarını ortaya koymaktadır. Öğretim sürecine ilişkin çıkarımlar ve öneriler ise çalışmanın öneriler bölümünde ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Öneriler

Öğrencilerin tanecikli yapı, saf madde – karışım ilişkisi ve karışımların ayrılması konularında kavram yanılgıları, bu kavramların öğretiminde temsil çeşitliliğinin artırılmasını gerekli kılmaktadır. Bu doğrultuda öğretim sürecinin, kavramsal yapıları görünür kılan modeller, çoklu temsil araçları ve yapılandırılmış ilişkilendirme etkinlikleriyle desteklenmesi önerilmektedir. Böyle bir yaklaşım, öğrencilerin mevcut kavramsal yapılarının belirlenmesine ve kavramlar arasındaki ilişkileri daha bütüncül biçimde kurmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Öğrencilerin maddelerin sınıflandırılması, çözelti oluşumu ve karışımların ayrılması konularda kavramsal güçlükler yaşamaları, bu konuların öğretiminde deneysel uygulamalara daha fazla yer verilmesini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle laboratuvar etkinliklerinin yalnızca uygulama aşamasında değil, kullanılan ayırma yöntemlerinin hangi özelliklere göre seçildiğini ortaya koyacak karşılaştırmalı gözlem ve etkinliklere de yer verecek biçimde tasarlanması önerilmektedir. Özellikle yoğunluk farkı, buharlaştırma, süzme ve çözünme süreçlerine ilişkin deneylerin farklı örnekler üzerinden uygulanması, öğrencilerin uygun ayırma yöntemini seçme ve bu seçimi gerekçelendirme becerilerini destekleyebilir.

Öğrencilerin atom, molekül, element ve bileşik gibi soyut kavramlarda yaşadığı kavramsal güçlükler dikkate alındığında, bu kavramların öğretiminde mikroskopik düzeyde anlam geliştirmeyi destekleyecek temsil araçlarının kullanılması önerilmektedir. Üç boyutlu modeller, bilgisayar destekli simülasyonlar ve animasyonlar; özellikle atomun yapısı ve atom – madde ilişkisi gibi zihinde canlandırılması güç kavramların kavramsal olarak daha doğru yapılandırılmasına katkı sağlayabilir.

Araştırmanın bulguları, öğrencilerin madde konusuna ilişkin temel kavramlar arasındaki ilişkileri yapılandırmada güçlük yaşadıklarını göstermektedir. Bu nedenle, öğretim sürecinde konu içi ve konular arası bağlantıların sistematik biçimde kurulması; farklı örnekler, karşıt örnekler ve bağlamsal problemler aracılığıyla kavramlar arasındaki ilişkilerin görünür hale getirilmesi önerilmektedir. Öğrenme materyallerinin sınıflandırma ölçütlerini, karışımların ayrılmasında kullanılan yöntemlerin temel ilkelerini ve tanecikli yapı ile ilişkili kavramları bütüncül biçimde sunacak şekilde düzenlenmesinin kavramsal öğrenmeyi destekleyeceği düşünülmektedir.

Son olarak, öğrencilerde kavram yanlışlarının erken dönemde belirlenebilmesi için öğretmenlerin tanılayıcı değerlendirme araçlarını düzenli olarak kullanması önerilmektedir. Dört aşamalı testler, kavram haritaları, açık uçlu sorular ve kısa yapılandırılmış görüşmeler gibi araçların öğretim süreçlerine sistematik biçimde dahil edilmesi, öğrencilerin kavramsal gelişimlerinin izlenmesine katkı sağlayarak öğretim kararlarının daha sağlam verilere dayandırılmasına yardımcı olabilir.

Kaynaklar

- Akbolat, E., Soyalp, F. & Arsen, S. (2023). Fen bilimleri 7. sınıf güneş sistemi ünitesinde artırılmış gerçeklik kullanımının kavram yanlışları üzerine etkisi, In H. İ. Özok, F. Kutlu & C. Aladağ (Eds.), *TRB2 Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi: Kongre bildirileri tam metin kitabı* (ss. 39-68). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Akdağ Kılıcı, T. (2019). *Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin atom kavramı hakkındaki kavram yanlışları* (Yüksek lisans tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Akgün, A., Gönen, S. & Yılmaz, A. (2005). Fen bilgisi öğretmen adaylarının karışımların yapısı ve iletkenliği konusundaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 1 – 8.
- Akgündüz, D. & Bal, Ş. (2013). İlköğretim fen bilgisi 6. Sınıf dersi biyoloji konularında kavram haritalarının kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi. *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum*, 2(5), 86 – 96.
- Altay, E. & Balım, A. G. (2021). Maddenin tanecikli yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının tespiti. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 12(2), 576 – 592.
<https://doi.org/10.51460/baebd.956631>
- Alın, G. & İzgi, Ü. (2017). İlköğretim öğrencilerinin yıldızlar konusuna ilişkin kavram yanlışlarının incelenmesi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(10), 202 – 204.
<http://dx.doi.org/10.16990/SOBIDER.3367>
- Alpar, R. (2022). *Spor, sağlık ve eğitim bilimlerinden örneklerle uygulamalı istatistik ve geçerlik-güvenirlik: SPSS'de çözümleme adımları ile birlikte* (7. baskı). Detay Yayıncılık.
- Arini, A. D., Azizah, U., Sukarmin, Satriawan, M. & Saphira, H. V. (2025). Analysing students' misconceptions based on submicroscopic level representation in

elements, compounds, and mixtures. *Jurnal Penelilitan Pendidikan IPA*, 11(2), 25 – 34. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i2.10052>

Avcı, F. (2015). “Maddenin yapısı ve özellikleri” ünitesine yönelik işbirlikli öğrenmeye dayalı öğretim programının bilişsel ve duyuşsal alan değişkenlerine etkisi (Doktora tezi), İstanbul Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Avcı, F., Acar Şeşen, B. & Kırbaşlar, F. G. (2018). Maddenin yapısı ve özellikleri ünitesine yönelik iki aşamalı teşhis testinin geliştirilmesi. *Kastamonu Educational Journal*, 26(4), 1007 – 1019. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.434239>

Aydoğan, Ş. (2016). EBA destekli öğretimin 4. sınıf öğrencilerinin “ısı – sıcaklık” ve “erime – çözünme” konularında kavram yanlışlarına ve tutumlarına etkisi (Yüksek lisans tezi), Ömer Halis Demir Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Bahar, M. & Özatlı, N. S. (2003). Kelime ilişkilendirme test yöntemi ile lise 1. sınıf öğrencilerinin canlıların temel bileşenleri konusundaki bilişsel yapılarının araştırılması. *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5, 2.

Başaran, M. & Öğretim Özçelik, A. D. (2021). Karmaşık soyut ötesi düşünme ölçeğini uyarlama çalışması. *Journal of Research in Education and Society* (JRES), 8(1), 26 – 38. <https://doi.org/10.51725/etad.797877>

Bessass, N. Tzanaki, E., Vavougios, D. & Plagianakos, V. P. (2024). Diagnosing students' misconception in hydrostatic pressure through a 4-tier test. *Helion*, 10(23). 1 – 19. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40425>

Bilgin, İ. & Geban, Ö. (2001). Benzeşim (analoji) yöntemi kullanarak lise 2. Sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 26 – 32.

- Bradley, J. D. & Mosimege, M. D. (1998). Misconceptions in acidsandbases: A comparativestudy of student teachers with didderent chemistry back grounds. *South African Journal of Chemistry*, 51, 137 – 145.
- Bulut, L. Ö. (2020). *Kimya öğretmen adaylarının çözelti ve çözünürlük konularındaki kavram yanlışlarının kavram haritaları tekniği ile belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi), Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2019). Eğitimde *bilimsel araştırma yöntemleri* (26. bs.). Pegem Akademi.
- Boyras, D. S., Hacıoğlu, Y. & Aygün, M. (2016). Argümantasyon ve kavram karmaşası: erime ve çözünme. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(2), 233 – 267.
- Caleon, I. & Subramaniam, R. (2010). Development and application of three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of wayes. *International Journal of Science Education*, 7(32), 939 – 961. <https://doi.org/10.1080/09500690902890130>
- Ceylan, Ö. (2015). *Fen öğretiminde kavram karikatürü kullanımının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve bilişsel yapılarına etkisinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi), Sakarya Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Chi, M. T. H., Slotta, J. D. & de Leeuw, N. (1994). From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4(1), 27 – 43. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90017-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90017-5)
- Clement, J. (1993). Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students' preconceptions in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1241 – 1257.
- Coştu, B., Ayas, A. & Ünal, S. (2007). Kavram yanlışları ve olası nedenleri: Kaynama kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 123 – 136.

- Çalgıcı, G., Yıldırım, M. & Duru, M. K. (2020). 5. Sınıf öğrencilerinin madde ve hâl değişimi konusunda kavram yanlışlarının oyunlaştırma ile giderilmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 14(2), 1278 – 6986. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.814908>
- Çelik, E. (2024). 8. sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi ve kavramsal değişim metinleri ile kavram yanlışlarının iyileştirilmesi (Yüksek lisans tezi), Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çetinkaya, M. & Taş, E. (2018). Etkinlik temelli web materyalinin 6. sınıf vücudumuzda sistemler” ünitesindeki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi. *International e-Journal of Educational Studies (IEJES)*, 2(4), 92 – 113. <https://doi.org/10.31458/iejcs.428319>
- Çiftçi, B. & Aydın, A. (2020). Türkiye ve Singapur ortaöğretim kimya dersi öğretim programlarında bulunan “çözeltiler” ünitesindeki kazanımların benzerlik yönünden karşılaştırılması. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 5(2), 206 – 222. <https://doi.org/10.37995/jotcsc.788574>.
- Çökelez, A. & Yalçın, S. (2012). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili zihinsel modellerinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 11(2), 452 – 471.
- Damsi, M. & Suyanto, S. (2023). Systematic literatüre review: Multiple-tier diagnostic instrumentes in measuring student chemistry misconceptions. *Journal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(5), 8 – 21.
- Demir, N., Kızılay, E. & Bektaş, O. (2016). Çözeltiler konusunda başarı testi geliştirme: geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*. 10(1), 209 – 237. <https://doi.org/10.17522/nefefmed.52947>

- Demircioğlu, G., Altuntaş Aydın, M & Demircioğlu, H. (2012). Kavramsal değişim metninin ve üç boyutlu modelinin 7. sınıf öğrencilerinin atomun yapısını anlamalarına etkisi. *Bayburt Eğitim Fakültesi*, 7(2). 70 – 96.
- Demirtaş, M. (2023). Ortaokul öğrencilerinin basit elektrik devreleriyle ilgili kavram yanlışlarını ölçmek amacıyla üç aşamalı kavram yanlışlığı testi geliştirilmesi (Yüksek lisans tezi), Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Demirtaş, M., Tanrıverdi, G., Altınışik, D. & Şahintürk, Y. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisi. *Sakarya University Journal of Education*, 1(2), 52 – 69.
- Desstya, A., Sayekti, I. C., Abduh, M. & Sukartono (2025). Development of a four-tier diagnostic test for misconception in natural science of primary school pupils. *Journal of Turkish Science Education*, 22(2), 338 – 353. <https://doi.org/10.36681/tused.2025.017>
- Doğan, Y. (2010). Fen ve teknoloji dersi programının uygulanması sürecinde karşılaşılan sorunlar. *Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 86 – 106.
- Doige, C. A. & Day, T. (2012). A Typology of undergraduate textbook definitions of “heat” across science disciplines. *International Journal of Science Education*, 34(5), 677 – 700. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2011.644820>
- Duarte, E. C., Loureiro, A. C. & Zukowsky-Tavares, C. (2017). Challenges and weaknesses in the use of concept maps as a learning strategy in undergraduate health programs. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal (KM&EL)*, 9(3), 153 – 169. <https://doi.org/10.34105/j.kmel.2017.09.023>
- Ecevit, T. & Şimşek Özdemir, P. (2017). Öğretmenlerin fen kavram öğretimleri, kavram yanlışlarını saptama ve giderme çalışmalarının değerlendirilmesi. *İlköğretim Online*, 16(1), 129 – 150. <http://dx.doi.org/10.17051/io.2017.47449>

- Elmas, R. & Pamuk, S. (2021). Öğretmen adaylarının kavram yanılgılarının üç aşamalı kavram yanılgısı testi ile belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(4), 1386 – 1403. <https://doi.org/10.32709/akusosbil.916063>
- Estacio, R. D., Reyer, E. A. S. & Apusaga, N. C. (2024). Exploring engineering students' misconceptions about motion and forces using concept cartoons. *Mimbar Pendidikan*, 9(1), 13 – 32. <https://doi.org/10.17509/mimbardik.v9i1>
- Erenel Ayer, C. (2021). *İlkokul öğrencilerinin saf madde ve karışımlar konusunda başarıları ve kavram oluşturmaları* (Yüksek lisans tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Eryılmaz, A. (2002). Effects of conceptual assignments and conceptual change discussions on students' misconceptions and achievement regarding force and motion. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 1001 – 1015. <https://doi.org/10.1002/tea.10054>
- Eryılmaz, A. & Sürmeli, E. (2002). Üç-aşamalı sorularla ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanılgılarının ölçülmesi. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı*.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate in education* (8th ed.). McGraw – Hill.
- Gafoor, K. A. & Shilna, V. (2013, December 5-6). *Role of concept cartoons in chemistry learning* [Conference paper]. Two Day The National Seminar on Learning Science by Doing-Sciencing, PKM College of Education, Madampam, Kannur. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED545358.pdf>
- Geçgel, G. & Şekerci, A. R. (2018). Bazı kimya konularındaki alternatif kavramların tanılayıcı dallanmış ağaç tekniği kullanılarak belirlenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 1 – 18. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.290254>

- Gomez-Rodriguez, R., Diaz-Pulido, B., Gurierrez-Ortega, C., Sanchez-Sanchez, B. & Torres-Lacomba, M. (2020). Cultural adaptation and psychometric validation of the standardised nordic questionnaire Spanish version in musicians. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(2), 653. <https://doi.org/10.3390/ijerph17020653>
- Gökulu, A. (2017). 8. Sınıf öğrencilerinin element, bileşik, karışım kavramlarını anlama düzeyleri ve kavram yanlışlarının incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(2), 1 – 16.
- Güvener, N. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin element, bileşik ve karışım konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde simülasyonların etkisi* (Yüksek lisans tezi), Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Hammer, D. (1996). More than misconceptions: Multiple perspectives on student knowledge and reasoning, and an appropriate role for educational research. *American Journal of Physics*, 64(10), 1316 – 1325. <https://doi.org/10.1119/1.18376>
- Haryono, H. E. & Aini, K. N. (2020). Diagnosis misconceptions of junior high school in lamongan on the heat concept using the three-tier test. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), 012002. Doi:10.1088/1742-6596/1806/1/012002.
- Hasan, S., Bagayoko, D. & Kelley, E. L. (1999). Misconceptions and the certainty of response index (CRI). *Physics Education*, 34(5), 294 – 299. DOI:10.1088/0031-9120/34/5/304
- Hasançelebi, B., Terzi, Y. & Küçük, Z. (2020). Madde güçlük indeksi ve ayırt edicilik indeksine dayalı çeldirici analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 224 – 240. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.615465>
- Hermita, N., Suhandi, A., Syaodih, E., Samsudin, A., Isjoni, I., Johan, H., Rosa, F., Setyaningsih, R., Sapriadi, S. & Safitri, D. (2017). Constructing and implementing a four-tier test about static electricity to diagnose pre-service elementary school

- teacher' misconceptions. *Journal of Physics: Conference Series*, 895, 012167.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012167>
- Hestenes, D. & Halloun, I. (1995). Interpreting the force concept inventory: A response to March critique by Huffman and Heller. *The physics*, 33(8), 502 – 506.
<https://doi.org/10.1119/1.2344278>
- İmer Çetin, N. & Timur, B. (2020). Conceptual analysis of middle school students' cognitive structure on the concept of "technology" through word association test. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 49(2), 1098 – 1125. DOI: 10.14812/cufej.548259
- Jumilah, J. Wasis, W. (2023). Development of four-tier diagnostic test istrument to introduce misconceptions and identify causes of student misconceptions in the su-topic of bernoulli's princible. *Journal Penelittian Pendidikan IPA (JPPIPA)*, 9(7), 5773 – 5781. DOI: [10.29303/jppipa.v9i7.4588](https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i7.4588)
- Jung, J. (2020). Diagnosing causses of pre-service literatüre teachers' misconceptions on the narrator focalizer using a two-tier test. *Educational Sciences*, 10(4), 104 – 124.
<https://doi.org/10.3390/educsci10040104>
- Kabasakal, H. Z. & Uygur, S. (2021). Öğretmenlerin özel öğrenme güçlüğüne ilişkin bilgi düzeyleri, görüş ve kavram yanlışlarının incelenmesi. *International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal*, 7(51), 2736 – 2754.
<http://dx.doi.org/10.31576/smryj.1121>
- Kahraman, S. & Demir, Y. (2011). Bilgisayar destekli 3D öğretim materyallerinin kavram yanlışları üzerindeki etkisi: atomun yapısı ve orbitaller. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 173 – 188.
- Kalın, B. (2008). *Üniversite öğrencilerinin çözeltiler konusundaki kavram yanlışları* (Yüksek lisans tezi), Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi

- Kalın, B. & Arıkıl, G. (2010). Çözeltiiler konusunda üniversite öğrencilerinin sahip olduğu kavram yanlışları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 4(2), 177 – 206.
- Kaltakçı, D. (2012). *Development and application of a four-tier test to asses pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics* (Doctoral dissertation), Middle East Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences.
- Kaltakçı, D. & Didiş, N. (2007). Identification of pre-service physics Teachers' misconceptions on gravity concept: A Study with a 3-tier misconception test. In S. A. Çetin & I. Hikmet (Eds.), *AIP Conference Proceedings: Vol. 899, Sixth International of the Balkan Physical Unnion* (pp. 499 – 500. American Instute of Physics. <https://doi.org/10.1063/1.2733255>
- 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 & Techology Education*, 11(5), 989 – 1008. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a>
- Kaltakçı Gürel, D. Eryılmaz, A. & McDermott, L. C. (2017). Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics. *Research in Science 6 Technological Education*, 35(2), 238 – 260. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1310094>
- Kandemir, M. A. & Apaydın, Z. (2020). Sınıf öğretmenlerinin fen bilimleri dersinde sahip olduğu kavram yanlışlarını belirlemelerine ve gidermelerine yönelik bir değerlendirme. *Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi (TÜBAD)*, 5(2), 183 – 198.
- Kapıcı, H. Ö. & Akçay, H. (2016). Particulate nature of matter misconceptions held by middle and high school students in Turkey. *European Journal of Education Studies*, 2(8), 43 – 58.

- Karaer, H. (2019). Determination of some misconceptions in solution concentrations of the teacher candidates and examination regarding to some comprehension levels. *Erciyes Journal of Education (EJE)*, 3(2), 87 – 104. <https://doi.org/10.32433/eje.558440>
- Karagölge, Z., Kolomuç, A. & Ceyhun, İ. (2016). 9. sınıf alternatif ve geleneksel ölçme değerlendirmedeki başarılarının karşılaştırılması. e – *Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 52 – 61.
- Karakuş, S. (2019). *Fen bilimleri dersinde kavram karikatürü kullanımının 7. sınıf öğrencilerinin kütle – ağırlık konusundaki kavram yanlışlarına etkisi* (Yüksek lisans tezi), Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Karakuyu, Y. (2006). *Lise ve dengi okul öğrencilerinin ısı ve sıcaklık öğretiminde karşılaştıkları kavram yanlışları* (Doktora tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kardaş, F., Bayrakçeken, S. & Taşdemir, F. N. (2020). Onuncu sınıf öğrencilerinin çözeltiler konusuna yönelik kavram yanlışlarının belirlenmesi. *International Social Sciences Journal*, 6(71), 4405 – 4412. <http://dx.doi.org/10.26449/sss.2713>
- Kartal, M. (2017). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bazı kimya kavramlarını anlama seviyeleri ve kavram yanlışlarının belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kasap, G. & Ültay, N. (2014). Kavramsal değişim yaklaşımına göre hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin yüzen – batan cisimleri anlamalarına etkisinin belirlenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(2), 455 – 472.

- Kavak, N. (2007). Maddenin tanecikli doğası hakkındaki ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin imaj oluşturmalarına rol oynama yönteminin etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 327 – 339.
- Kaya, A. (2010). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ışık ve atom kavramlarını anlama seviyelerinin tespiti. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi* 12(1), 15 – 37.
- Kaya, B., Ateş, A. & Kılıç, S. (2019). Üniversite öğrencilerinin küresel ısınma konusundaki bilişsel (zihinsel) yapıları ve kavram yanlışlarının belirlenmesi. *International Journal of Social Science*, 74, 29 – 40. <http://dx.doi.org/10.9761/JASSS7731>
- Keogh, B. & Naylor, S. (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science: an evaluation. *International Journal of Science Education*, 21(4), 431 – 446. <https://doi.org/10.1080/095006999290642>
- Khajeloo, M. & Siegel, M. A. (2022). Concept map as a tool to assess and enhance students' system thinking skills. *Instructional Science*, 50, 571 – 597. <https://doi.org/10.1007/s11251-022-09586-5>
- Kılınç, S. (2017). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının yoğunluk konusundaki kavram yanlışlarının dört aşamalı testler ile belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kıray, S. A. (2025). Fen öğretiminde kavram yanlışları ve belirlenmesi. T. Kartal (Ed.), *Öğretmen ve Öğretmen Adayları İçin Beceri Temelli Fen Öğretimi-I (YÖK Kur Tanımı ve Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ile Uyumlu)* (ss. 149 – 187). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kıray, S. A., Aktan, F., Kaynar, H., Kılınç, S. & Gökemli, T. (2015). A descriptive study of pre-service science teachers' misconceptions about sinking – floating. *Asia – Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 16(2), Article 2.

- Kıray, S. A. & Şimşek, S. (2020). Determination and evaluation of the science teacher candidates' misconceptions about density by using four-tier diagnostic test. *International Journal of Science and Matematics Education*, 19, 935 – 955. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10087-5>
- Kırtak Ad, V. N. & Kocakulah, M. S. (2013). Fizik ve fen bilgisi öğretmen adayları farkı fark ediyor mu? Kütle ve ağırlık merkezi örneği. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(4), 57 – 74.
- Kordaki, M. & Psomos, P. (2014). Diagnosis and treatment of students' misconceptions with an intelligent cpncept mapping tool. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 191, 838 – 842. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.478>
- Köleli, E. (2019). *Çözeltiler ile ilgili kavram yanılgılarını belirlemek için üç aşamalı testin geliştirilmesi ve uygulanması* (Yüksek lisans tezi), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Küçükkeskin, E. & Kılıç, D. (2024). Hücre bölünmeleri konusunda öğrencilerin kavramsal anlamalarını belirlemeye yönelik iki aşamalı test geliştirilmesi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 12(1), 99 – 121. <https://doi.org/10.56423/fbod.1380581>
- Lindell, R. S., Peak, E. & Foster, T. M. (2007). Are they all created equal? A comparison of different concept inventory development methodologies. *AIP Conference Proceedings*, 883(1), 14 – 17. *AIP Conf. Proc.* 883, 14–17 (2007) <https://doi.org/10.1063/1.2508680>
- Ma, H., Yang, H., Li, C., Ma, S. & Li, G. (2025). The Effectiveness and sustainability of tier diagnostic Technologies for misconception detection in science education: A Systematic review. *Sustainability*, 17, 3145. <https://doi.org/10.3390/su17073145>
- MacGuire, P. R. P. & Johnstone, A. H. (2007). Tecniques for investigating the understanding of concepts in science. *International Journal of Science Education*, 9(5), 565 – 577. <https://doi.org/10.1080/0950069870090506>

- Meşin, M. Z. (2019). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının gaz kanunları ile ilgili kavram yanlışlarının dört aşamalı testlerle belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7, 8. sınıflar)*. <https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7, 8. Sınıflar)*. <https://mufredat.meb.gov.tr/>
- Nuic, I. & Glazar, S. A. (2023). The effect of e-learning units on 13-14-year-old students' misconceptions regarding some elementary chemical concepts. *Journal The Serbian Chemical Society*, 88(4), 451 – 465. <https://doi.org/10.2298/JSC220704092N>
- Okumuş, S., Çavdar, O. & Doymuş, K. (2015). Çözeltilerin iletkenliği yardımıyla maddenin tanecikli yapısının anlaşılması. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 220 – 245. Doi:10.17539/aej.78829
- Onay, S. (2023). *Lise öğrencilerinin bitki tohumu ile ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik dört aşamalı bir teşhis testinin geliştirilmesi* (Yüksek lisans tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Osborne, R. & Gilbert, J. (1980). A method for investigating concept understanding in science. *European Journal of Science Education*, 2, 311 – 321. <https://doi.org/10.1080/0140528800020311>
- Önder Çelikkanlı, N. (2019). *Elektriklenme konusunda dört aşamalı kavram yanlışları testi geliştirme* (Doktora tezi), Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Önder Çelikkanlı, N. & Kızılcık, H. Ş. (2022). A Review of studies about four-tier diagnostic tests in physics education. *Journal of Turkish Science Education*, 19(4), 1291 – 1311. DOI: 10.36681/tused.2022.175
- Özdemir, N. (2006). *İlköğretim II. kademe fen bilgisi öğretiminde yaşanan sorunlar ve çözüm önerileri* (Yüksek lisans tezi), Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özdoğan, G. (2019). *Sosyal bilgiler öğretmenlerinin 6. sınıf harita bilgisi ve coğrafi koordinatlara ilişkin kavram yanlışlarına yönelik görüşleri* (Yüksek lisans tezi), Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Özmen, F. & Sever, R. (2024). Küresel sorunlar üç aşamalı kavramsal anlama testi geliştirme çalışması. *Turkish Studies – Educational Sciences*. 19(1). 137 – 164. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.73839>
- Özsevgeç, T., Cerrah, L. & Çepni, S. (2006). İlköğretim II. kademe öğrencilerinin zihinsel gelişim düzeyleri üzerinde sosyal faktörlerin etkileri. *Eurasian Journal of Educational Research*, 6(25), 165 – 176.
- Pallant, J. (2017). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS* (12th ed.) McGraw-Hill Education.
- Pan, S. J. – S. (2021). Taiwanese and American graduate students' misconceptions regarding responsible conduct of research: A cross-national comparison using a two-tier test approach. *Science and engineering Ethics*, 27(20). <https://doi.org/10.1007/s11948-021-00297-7>
- Pedhazur, E. J. & Schmelkin, L. P. (1991). *Mesurement, design and analysis: A integrated approach*. Lawrence Erlbaum Associates.

- Peterson, R. F. & Treagust, D. F. (1989). Grade – 12 students' misconceptions of covalent bonding and structure. *Journal of Chemical Education*. 66(6), 459 – 460. <https://doi.org/10.1021/ed066p459>
- Putica, K. B. (2022). Development and Validation of a four-tier test for assessment of secondary school students' conceptual understanding of amino acids, proteins and enzymes. *Research in Science Education*, 53, 651 – 668. <https://doi.org/10.1007/s11165-022-10075-5>
- Ristanto, R. H., Suryanda, A. & Indraswari, L. A. (2023). The development of ecosystem misconception diagnostic test. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 12(4), 2246 – 2259. <http://doi.org/10.11591/ijere.v12i4.25200>
- Slapnicar, M., Tompa, V., Glazar, S. A. & Devetak, I. (2018). Fourteen-year-old students' misconceptions regarding the sub-micro and symbolic levels of specific chemical concepts. *Journal Of Baltic Science Education*, 17(4), 620 – 632. DOI:[10.33225/jbse/18.17.620](https://doi.org/10.33225/jbse/18.17.620)
- Sadler, P. M. (1998). Psychometric models of student conceptions in science: Reconciling qualitative studies and distractor-driven assessment instruments. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(3), 265 – 296. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199803\)35:3<265::AID-TEA3>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199803)35:3<265::AID-TEA3>3.0.CO;2-P)
- Sancar, M. & Koparan, T. (2019). Ortaokul öğrencilerinin çokgenler konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde kavram karikatürlerinin etkisinin incelenmesi. *Karaelmas Journal of Educational Sciences*, 7, 101 – 122.
- Sarı Ay, Ö. (2011). *İlköğretim 8. Sınıf fen ve teknoloji dersi “maddenin halleri ve ısı” ünitesinde belirlenen kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metinleri kullanımının etkisi ve öğrenci görüşleri* (Yüksek lisans tezi), Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Sarı, A. & Bayram, H. (2018). Kavram haritası ve bilgisayar destekli öğretimin 7. sınıf öğrencilerinin madde konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi. *The Journal of Educational Sciences*, 7, 101 – 122. <http://dx.doi.org/10.9761/JASSS7579>
- Serttaş, S. & Yenilmez Türkoğlu, A. (2020). Diagnosing students' misconceptions of astronomy through concept cartoons. *Participatory Educational Research (PER)*, 7(2), 164 – 182. <http://dx.doi.org/10.17275/per.20.27.7.2>
- Siong, L. C., Tyung, O. Y., Phang, F. A. & Pusppanathan, J. (2023). The use of concept cartoons in overcoming the misconception in electricity concepts. *Participatory Educational Research (PER)*, 10(1), 310 – 329. <http://dx.doi.org/10.17275/per.23.17.10.1>
- Sireci, S. & Faulkner-Bond, M. (2014). Validity evidence based on test content. *Psicothema*, 26(1), 100 – 107. Doi: 10.7334/psicothema2013.256
- Suprpto, N. & Abidah, A. (2020). Using online three-tier diagnostic test to assess conceptions of ionization energy. *Periodico Tche Quimica*, 17(36), 196 – 212. DOI:[10.52571/PTQ.v17.n36.2020.212](https://doi.org/10.52571/PTQ.v17.n36.2020.212) [Periodico36_pgs_196_212.pdf](https://periodico36.pgs.196.212.pdf)
- Şen, Ş. & Yılmaz, A. (2013). Kimya öğretmen adaylarına göre kavram yanlışlarının nedenleri. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 59 – 95.
- Şen, Ş., Yılmaz, A. & Geban, Ö. (2017). Üç aşamalı elektrokimya kavram testinin geliştirilmesi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(1), 324 – 330. DOI: 10.7212%2Fzkufbd.v8i1.1088
- Taban, T. & Kıray, S. A. (2022). Determination of science teacher candidates' misconceptions on liquid pressure with four-tier diagnostic test. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20, 1791 – 1811. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10224-8>

- Taşdemir, F. N. (2019). *Onuncu sınıf öğrencilerinin çözeltiler konusuna yönelik kavram yanlışlarının belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi), Erzincan Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Tinsley, H. E. & Tinsley, D. J. (1987). Uses of factor analysis in counseling psychology research. *Journal of Counseling Psychology*, 34, 414 – 424.
- Treagust, D. F. (1998). Development and use of diagnostic test to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Education*, 10(2), 159 – 169.
<http://dx.doi.org/10.1080/0950069880100204>
- Treagust, D. F. & Duit, R. (2008). Compatibility between cultural studies and conceptual change in science education: there is more to acknowledge than to fight straw men!. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 387 – 395.
- Türkdoğan, A., Güler, G., Bülbül, H. İ., & Danişman, Ş. (2015). Türkiye’de matematik eğitiminde kavram yanlışlarıyla ilgili çalışmalar: Tematik bir inceleme. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(3), 216 – 231.
<https://doi.org/10.17860/mersinefd.255437>
- Uyanık, G. (2019). İlköğretim öğrencilerinin fen bilimleri kavramlarına ilişkin kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Türk Bilim Araştırmaları Vakfı*, 12(4), 45 – 54.
- Uyanık, G. & Dindar, H. (2016). İlkokul 4. sınıf fen bilimleri dersinde kavramsal değişim metinlerinin kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(2), 349 – 374.
- Ünal, S., Coştu, B. & Ayas, A. (2010). Secondary school stuents' misconceptions of covalent bonding. *Journal of Turkish Science Education*, 7(2), 3 – 29.
- Vandersee, M. J. (2017). *A qualitative comparison of general chemistry and advanced placement chemistry students' misconceptions regarding solution chemistry* (Master's thesis), University of Northern Iowa. UNI ScholarWorks.

- Vosniadou S. (2008). Bridging culture with cognition: A Commentary on “culturing conceptions: from first principles”. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 277 – 282.
- Vosniadou, S. (Ed.). (2008). *International handbook of research on conceptual change*. Routledge.
- Vrotsou, K., Machon, M., Rivas-Ruiz, F., Carrasco-Fernandez, E., Mateo-Abad, M, Güell, C. & Vergara, I. (2018). Psychometric properties of the Tilburg Frailty Indicator in older Spanish people. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 78, 203 – 212. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2018.05.024>
- Yanarateş, E. (2022). Fen bilimleri eğitiminde karşılaşılan kavram yanılgılarına ilişkin lisansüstü tezlerin tematik içerik analizi. *Van YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi (YYU Journal of Education Faculty)*, Özel sayı, 182 – 213. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.1068095>
- Yang, D. C. & Lin, Y. C. (2015). Assessing 10-to 11-year-old children’s performance and misconceptions in number sense using a four-tier diagnostic test. *Educational Research*, 57(4), 368 – 388. <https://doi.org/10.1080/00131881.2015.1085235>
- Yang, C., Noh, T., Scharmann, L. C. & Kang, S. (2024). A Study on the elementary school teachers’ awareness of students’ alternative conceptions about change of states and dissolution. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 23(3), 683 – 698. DOI 10.1007/s40299-013-0140
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. bs.). Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, H. E. & Demirkol, H. (2018). Revealing students’ cognitive structure about physical and chemical change: use of a word association test. *European Journal of Education Studies*, 4(1), 134 – 154. DOI: [10.5281/zenodo.1156414](https://doi.org/10.5281/zenodo.1156414)

- Yılmaz Korkut, T. & Şaşmaz Ören, F. (2018). Kavram karikatürleriyle desteklenmiş bilimsel hikayelerin akademik başarı, tutum ve motivasyon üzerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9(1), 38 – 52.
- Yun, V. W. S., Ulang, N. M & Husain, S. H. (2023). Measuring the internal consistency and reliability of the hierarchy of controls in preventing infections diseases on construction sites: the Kuder-Richardson (KR-20) and cronbach's alpha. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 33(1), 392 – 405.
- Zengin, Y. & Bozkurt, E. (2022). 9. sınıf kuvvet ve hareket konusu ile ilgili kavram yanılgılarını belirlemek için üç aşamalı bir testin geliştirilmesi. *International Journal of Social Humanities and Administrative Sciences*, 8(50), 380 – 390.
<http://dx.doi.org/10.31589/JOSHAS.921>

EK-A: Dört Aşamalı Madde Kavram Testi (MKT) Geliştirme Sürecinde Ortaokul 8.

Sınıf Öğrencilerine Sorulan Açık Uçlu Sorular

MADDE KONUSUNA YÖNELİK AÇIK UÇLU SORU FORMU

Sevgili Öğrenci,

Bu çalışma, madde konusuna ilişkin bilgi ve düşüncelerinizi belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Aşağıda yer alan soruları dikkatlice okuyarak cevaplayınız. Cevaplarınızı kendi düşüncelerinize göre ve mümkün olduğunca ayrıntılı şekilde yazmanız araştırmanın bilimsel niteliği açısından önem taşımaktadır. Soruların doğru ya da yanlış cevabı bulunmamaktadır. Araştırmaya sağlayacağınız katkı için teşekkür ederim.

Araştırmacı
Çiğdem H. TAMKAVAS

Cinsiyet:

Kız ☐

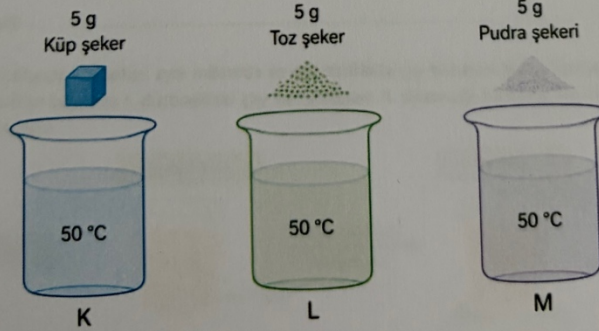
Erkek ☐

Sınıfı:

1. I. Sirke II. Şerbet III. Hava
Yukarıdaki maddelerin çözünen ve çözücü türleri nelerdir?

2. Saf madde ve çözeltilere üçer örnek veriniz?

3. Aşağıda aynı sıcaklıkta (50 °C) ve eşit miktarda su bulunan K, L ve M kaplarına eşit kütlede ancak farklı tanecik büyüklüğüne sahip şekerler eklenmiştir.



Sizce şeker hangi kapta en hızlı çözünür? Cevabınızı gerekçesiyle açıklayınız.

4. I. Tuzlu su bir çözelti örneğidir.
 II. Alaşımlar metal karışımlara örnektir.
 III. Çözücü, çözünen ve çözeltinin birleşimidir.
 IV. Homojen karışımlar çözelti olarak adlandırılır.
 Yukarıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

5. Homojen ve heterojen karışımlara üçer örnek veriniz?

6. Yoğunluk farkı kullanılarak ayrılacak karışımlara üç örnek veriniz?

7.

Çözelti	Çözünen	Çözücü
I	Katı	Sıvı
II	Sıvı	Sıvı
III	Gaz	Sıvı

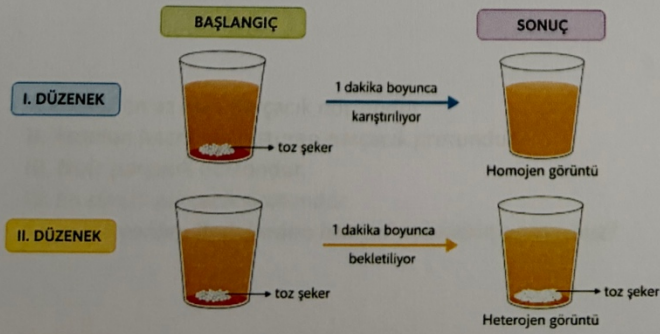
Yukarıda çözücü ve çözünenleri verilen çözeltilere örnek veriniz.

I. çözelti:

II. çözelti:

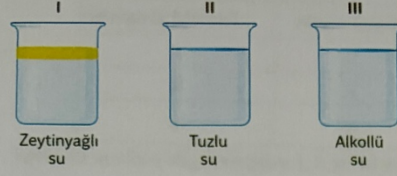
III. çözelti:

8. Eşit miktarda toz şeker, aynı miktarda ve eşit sıcaklıkta çay bulunan özdeş bardaklara konuluyor. Bir dakika boyunca I. düzenekteki çay karıştırılırken II. düzeneğe herhangi bir işlem yapılmadan bekletiliyor.



Yukarıdaki düzenekteki araştırma sorusu nedir?

9. Şekildeki kaplarda bazı karışım örnekleri verilmiştir.



Yukarıda verilen karışımlar hangi yöntemle ayrılabilir?

10. Bir öğrenci, laboratuvarında bulunan K, L ve M sıvılarıyla aşağıdaki karışımları oluşturmuştur.

Karışım	Ayrırma Yöntemi
A. Birbiri içerisinde çözülebilen K ve L sıvılarını karıştırıp homojen bir karışım elde etmiştir.	
B. Birbiri içerisinde çözünmeyen L ve M sıvılarını karıştırıp heterojen bir karışım elde etmiştir.	

Yukarıda verilen I ve II karışımlarını ayırmak için uygun olan yöntemi karşısına yazınız.

11. Bir öğretmen yapacağı etkinlik için sınıfını üç gruba ayırıyor ve her bir gruba aşağıdaki malzemeleri vererek çeşitli karışımlar oluşturmalarını istiyor.

1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP
Su Zeytinyağı Şeker	Su Alkol Şeker	Su Kahve Tuz

Yukarıdaki gruplardan hangisi heterojen karışım oluşturamaz?

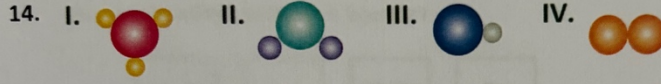
16. Aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur, açıklayınız?

12. I. Kütlesi en az olan parçacık nötrondur.
II. Atomun hacmini oluşturan parçacık protondur.
III. Nötr parçacık nötrondur.
IV. En süratli parçacık protondur.
Yukarıda verilen ifadelerden hangisi doğrudur, açıklayınız?

13. Bir öğretmen, hazırlanmasını istediği molekül modellerinin atom çeşitlerine ve atom sayılarına ait tabloyu aşağıda vermiştir.

Molekül Modeli	Atom Çeşidi	Atom Sayısı
I	2	2
II	2	3
III	3	5

Tabloda verilen bilgilere göre I, II ve III molekül modellerini çiziniz.



Yukarıda verilen molekül modellerinden hangisi bir yönüyle diğerlerinden farklıdır?

15. Aşağıda atomun temel parçacıklarından birinin özelliği verilmiştir.

PARÇACIKLAR	ÖZELLİKLER
	- Katmanlarda bulunur. - Negatif yüklü parçacıktır.

Buna göre bu temel parçacık nedir?

16. Aşağıda verilen elementlerin karşılıklarına sembollerini yazınız.

Element	Sembol
Hidrojen	
Azot	
Sodyum	
Magnezyum	
Fosfor	

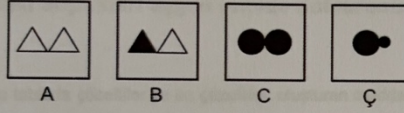
17. Element ve bileşiklere üçer örnek veriniz?

18. **Formül**



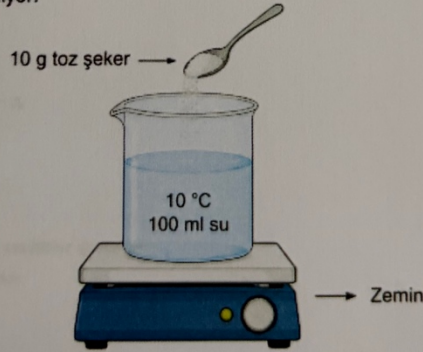
Yukarıda formüllerin karşısında bileşiklerin isimlerini yazınız.

19. Su ve Güneş'in hazırladığı molekül modellerine ait kartlar A, B, C ve Ç harfleri ile gösterilmiştir. Su aynı cins atomlardan oluşan molekülleri, Güneş ise farklı cins atomlardan oluşan molekülleri göstermek istemiştir.



Buna göre Su ve Güneş'e ait olan kartların harflerini yazınız.

20. Bir araştırmacı sıcaklık, temas yüzeyi ve karıştırma gibi faktörlerin çözünme hızına etkisini araştırmak için aşağıda verilen düzeneği hazırlıyor.



Bu araştırmacının kendi düzeneği ile kıyaslayacağı sıcaklık, temas yüzeyi ve karıştırma faktörleri ile ilgili düzeneği çiziniz.

21. Bir öğrenci aşağıdaki karışımları hazırlıyor.

Karışım	Ayırma Yöntemi
Tuz ve su karışımı	
Su ile odun talaşı karışımı	
Tebeşir tozu ile demir tozu karışımı	

Öğrencinin hazırladığı karışımların karşılıklarına ayırma yöntemlerini yazınız.

22. Tabloda bazı elementlerin adları ve karşılarında sembolleri verilmiştir.

Elementin Adı	Sembolü
I	P
Kalsiyum	II
III	F

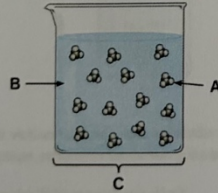
Tablodaki boşlukları uygun şekilde doldurunuz.

23. Aşağıdaki tabloda çözümler ve bu çözümleri oluşturan maddelerin fiziksel halleri verilmiştir.

Çözünen	Çözücü	Çözelti
I.	Sıvı	Kolonya
Katı	II.	Şekerli Su
Katı	Katı	III.

Yukarıdaki tabloda numaralandırılmış boşlukları doldurunuz?

24.



Yukarıdaki şekilde numaralanmış maddeler şunlardır:

- A. Tanecik modeli verilen madde
- B. Kabı dolduran sıvı
- C. Kaptaki karışım

Buna göre bu maddeleri çözelti, çözücü ve çözünen olarak sınıflandırınız?

25. Açıklamalar

- Aynı tür atomlardan oluşan saf maddedir.
- Farklı tür atomlar içeren saf maddedir.
- Kütlesi ve hacmi olan her şeydir.

Kavramlar

- Bileşik
- Madde
- Element
- Karışım

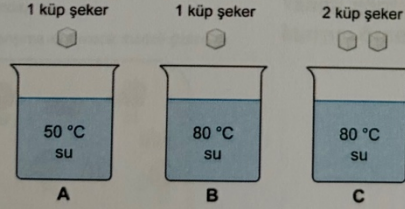
Yukarıda verilen açıklamaların karşına uygun olan kavramı yazınız?

26. Bir öğretmen, çözünme hızına etki eden faktörlerden birini gözlemlemeleri amacıyla öğrencilerinden deney düzeneği oluşturmalarını istiyor. Bunun için öğrencilerine tablodaki deney değişkenlerini veriyor.

Yanda verilen deney değişkenlerine uygun olan deney düzeneğini çiziniz?

Deney Değişkenleri		
Bağımlı değişken	Bağımsız değişken	Kontrol edilen (sabit tutulan) değişken
Çözünme hızı	Çözünen maddenin tanecik boyutu	Çözücü cinsi Çözücü miktarı Çözücü sıcaklığı Çözünen maddenin cinsi

27. Fen bilimleri öğretmeni sınıfta aşağıda düzenekleri verilen deneyi gerçekleştirmiştir.



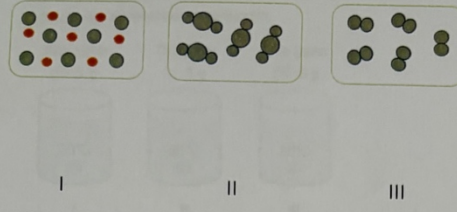
Görselleri verilen kaplarda aynı miktarda ve belirtilen sıcaklıklarda su bulunmaktadır. Kaplara atılan şekerlerin tamamen gözden kaybolma süreleri ölçülmüştür.

Bu deneyin hipotezi nedir?

28. Aşağıdaki tabloda element ve sembolleri verilmiştir.

I Na Sodyum	II K Kalsiyum
III S Kükürt	IV B Berilyum

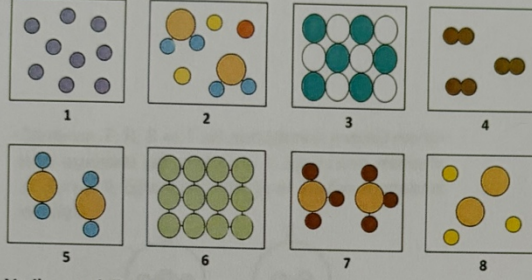
Buna göre tabloda verilen element sembollerinden hangisi yanlıştır?



29. Görselde bazı tanecik modelleri verilmiştir.

Yandaki modellerden hangisi elementi temsil ettiği söylenebilir?

30. Aşağıda bazı maddelerin tanecik modelleri verilmiştir.



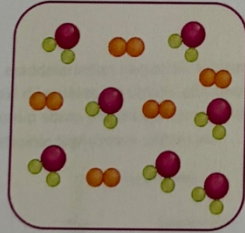
Verilen modellerden hangileri saf maddelere örnektir?

31.

Homojen Karışım: Her tarafında aynı özelliği gösteren ve tek bir madde gibi görünen karışımlardır.

Heterojen Karışım: Karışımı oluşturan maddelerin karışımın her yerine eşit olarak dağılım göstermiyorsa heterojen karışımdır.

Hazırlanan bir karışıma ait tanecik modeli çizilmiştir.



Yanda gördüğünüz tanecik modeline uygun karışım örneği yazınız.

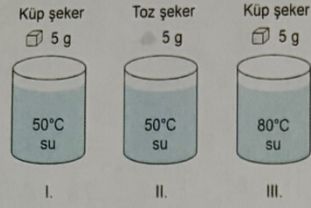
32.

Aşağıdaki tabloda bazı karışımlar ve karışım türleri verilmiştir.

Karışımlar	Karışım Türleri
1. Kum + Su	a) Heterojen
2. Tuzlu Su	b) Homojen
3. Hava	c) Homojen
4. Salata	ç) Heterojen
5. Şekerli Su	d) Homojen

Yanda verilen kartların doğru olabilmesi için hangi örnekler birbiri ile yer değiştirmelidir?

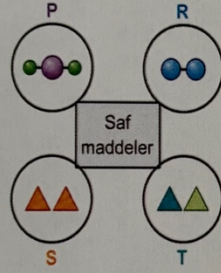
33. Çözünme hızına etki eden değişkenleri test etmek isteyen bir öğrenci eşit miktarda sıvılar kullanarak aşağıdaki deney düzeneklerini hazırlamıştır.



Araştırma sorusu: Çözücü sıcaklığı çözünme hızını etkiler mi?

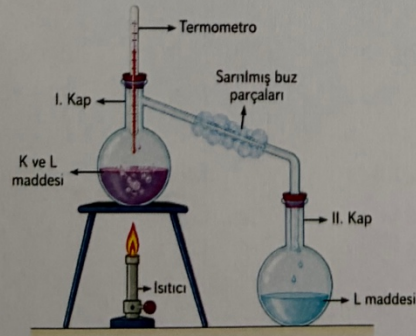
Yukarıda verilen araştırma sorusunu test etmek için hangi deney düzenekleri kullanılmalıdır?

34. Öğretmen: P, R, S ve T saf maddelerinin molekül modellerini aşağıdaki gibi göstererek I. öğrenciden elemente ait olanları II. öğrenciden bileşiğe ait olanları seçmelerini istemiştir.



I. ve II. öğrencinin seçmesi gereken molekül modellerini yazınız.

35. K ve L maddelerinden oluşan bir karışım şeklindeki düzenekte görüldüğü gibi önce buharlaştırılıp sonra yoğunlaştırılarak II. kaptaki L maddesinin toplanması sağlanıyor.



Yukarıda verilen düzenekte kullanılan yöntem nedir?

EK-B: Veri Toplama Aracı

Madde Kavram Testi

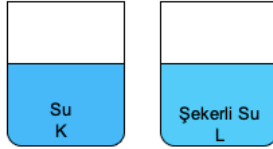
Sevgili öğrenciler,

Bu araştırmada; Öğrencilerin madde konusunda kavram yanlışlarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Aşağıda yer alan her bir maddeyi dikkatli okuyarak size en uygun bölümü işaretleyiniz. İlgili olan bölümlerden her biri, birbirinden ayrı ve belirli bir amaca yöneliktir. Yanıtlarınızın samimi olması bu araştırmanın bilimselliği açısından çok önemlidir. Araştırmaya katkınızdan dolayı teşekkür ederim.

Çiğdem H. TAMKAVAS

Cinsiyet: Kadın ☐ Erkek ☐ Sınıfı:

1.1. Şekildeki K kabında su, L kabında ise su bulunmaktadır.



- I. Her ikisi de homojendir.
- II. K kabında bileşik, L kabında çözelti bulunur.
- III. Her iki kaptaki madde formülle gösterilir.

Yukarıdaki ifadelerden hangileri söylenebilir?

- A) II ve III B) I ve II C) I, II ve III

1.2. Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
B) Emin Değilim

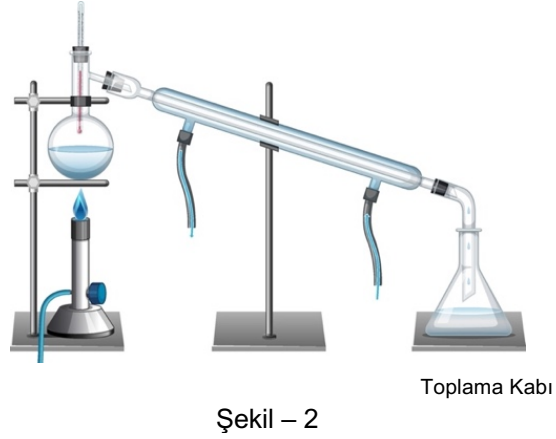
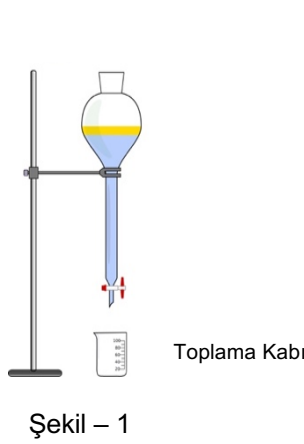
1.3 Yukarıdaki seçeneği neden işaretlediniz?

- A) Suyun içinde herhangi bir madde yoktur, bu yüzden su saf madde değildir.
- B) Şekerli su saf maddedir ve formüllerle gösterilir.
- C) Su hidrojen ve oksijenden oluşan bileşik, şekerli su ise şeker ve sudan oluşan homojen bir karışımdır.
- D) Her iki kaptaki madde saf maddedir ve formüllerle gösterilemez.
- E) Su ve şekerli suyun formülü vardır.
- F) Su ve şekerli suyun ikisi de fiziksel yollarla ayrıştırılabilir.

1.4 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

2.1 Fen Bilimleri dersinde öğretmen zeytinyağı – su ve etil alkol – su karışımlarını şekilde verilen düzenekleri kullanarak ayırmak istiyor.



Öğretmen elinde bulunan karışımlar ile aşağıdaki işlemleri yapıyor.

Zeytinyağı – su karışımını Şekil – 1’deki düzeneğe koyuyor. Daha sonra ayırma hunisinin musluğunu açarak toplama kabında biriken sıvıyı başka bir kaba alıyor.

Etil alkol – su karışımını ise Şekil – 2’deki düzeneğe koyup ısıtıyor. Bir süre sonra toplama kabında toplanan sıvıyı ayırarak başka bir kaba alıyor.

Buna göre öğretmenin yapmış olduğu işlemler ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

- A) Etil alkol – su karışımı homojen olduğu için ayırmsal damıtma düzeneği kullanılmıştır.
- B) Şekil – 1’deki toplama kabında biriken ve karışımdan ayrılan sıvı sudur.
- C) Şekil – 2’de suyun kaynama noktası etil alkolden daha büyük olduğu için toplama kabında su toplanmıştır.

2.2 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

2.3 Yukarıdaki seçeneği neden işaretlediniz?

- A) Etil alkol daha önce kaynamaya başlar ve sıvısı toplama kabında birikir.

- B) Şekil 2' deki düzeneğe bulunan etil alkol – su heterojen bir karışımdır.
- C) Şekil 1'deki düzeneğe ilk ayrılan sıvı zeytinyağıdır.
- D) Zeytinyağının yoğunluğu fazladır
- E) Etil alkol – su karışımı buharlaştırma yöntemi ile ayrılır.

2.4 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

3.1 Öğretmen sınıfta atom ile ilgili sorular sormuştur. Bazı öğrencilerin cevapları aşağıda verilmiştir.

Deniz: Doğada bulunan tüm maddelerin doğal yapı taşı atomdur.

Su: Atomun çekirdeğinde hareketli ve eksi (-) yüklü olan elektronlar bulunur.

Güneş: Atomlar, çekirdek ve enerji katmanları (yörünge) olarak iki kısımdan oluşur.

Öğrencilerin verdiği cevaplardan hangisinin doğru olduğu söylenemez?

- A) Su
- B) Güneş
- C) Deniz

3.2 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

3.3 Yukarıdaki seçeneği neden işaretlediniz?

- A) Atomda enerji katmanları yoktur.
- B) Elektronlar yüksüzdür.
- C) Bazı maddelerde atom bulunmaz.
- D) Elektronlar atomun enerji katmanlarında bulunur.
- E) Atomda çekirdek yoktur.
- F) Doğada bulunan tüm maddelerin yapı taşı atom değildir.

3.4 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

4.1 Aşağıdaki tabloda bazı karışımlar ayırma yöntemleriyle eşleştirilmiştir.

	Karışım	Ayırma Yöntemi
I	Tuz + Su	Buharlaştırma
II	Alkol + Su	Yoğunluk Farkı

Tabloya göre verilen eşleştirmelerden hangileri verilen duruma göre doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

4.2 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
B) Emin Değilim

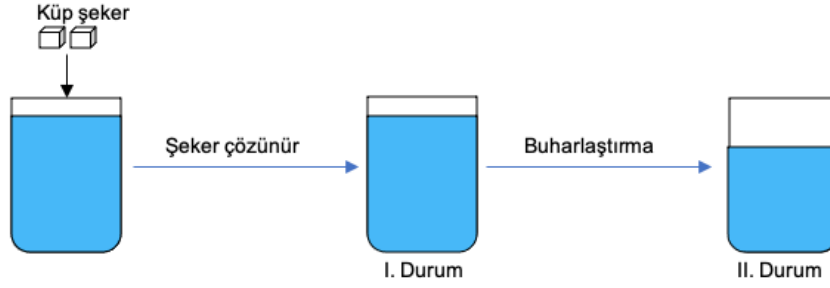
4.3 Yukarıdaki seçeneği neden işaretlediniz?

- A) Tuzlu su gibi homojen katı – sıvı karışımlar süzme yöntemiyle, homojen sıvı – sıvı karışımlar yoğunluk farkına dayalı yöntemle birbirinden ayrılır.
- B) Tuz – su, alkol – su gibi homojen karışımlar yoğunluk farkı ile birbirinden ayrılır.
- C) Katı – sıvı karışımlar buharlaştırma yöntemiyle ayrılırken, iki sıvının birleşmesiyle oluşan homojen karışımlar yoğunluk farkı yöntemi ile ayrılır.
- D) Katı ve sıvıdan oluşan tüm karışımlar buharlaştırma yöntemiyle birbirinden ayrılırken, sıvı – sıvı homojen karışımlar kaynama noktası farkından yararlanılır.
- E) Tuzlu su karışımı buharlaştırma yöntemiyle ayrılırken, alkol ve su yoğunlukları farklı olduğu için ayırma hunisiyle birbirinden ayrılır.
- F) Tuz – su karışımı ısıtıldığında buharlaşır ve tuz kalır, alkol – su karışımı damıtma yöntemiyle ayrılır.

4.4 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
B) Emin Değilim

5.1 Ağzına kadar dolu bir kabın içine iki adet küp şeker atan Zeynep, I. durumda şekerin çözünmesini sağlamıştır. II. durumda ise kaptaki sıvının bir kısmını buharlaştırmıştır.



Şekle göre II. durumdaki karışım ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A) Homojenlik özelliğini kaybetmiştir.
- B) Çözücü maddenin miktarı azalmıştır.
- C) Şeker miktarı ilk duruma göre azalmıştır.

5.2 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

5.3 Yukarıdaki seçeneği neden işaretlediniz?

- A) Su buharlaştıkça şeker katı hale döner.
- B) Karışım buharlaşınca şekerin ilk duruma göre miktarı azalır.
- C) Kaptaki çözücü buharlaşarak miktarı azalır.
- D) Sıvı buharlaşınca karışım heterojen özellik kazanır.
- E) Şeker ikinci durumda buharlaşarak kaybolur.

5.4 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

6.1 Ebru misafiri Burcu'ya çay ikram etmektedir. Ebru, sohbetleri sırasında misafirinin çayını bitirdiğini görür ve ona sıcak bir çay daha ikram eder. Bu arada kendi çayını içmediği için de soğuduğunu ve içine şeker atmadığını fark eder. Ebru ve Burcu çay bardaklarına aynı anda birer tane küp şeker atıp karıştırmadan şekerlerin çözünmesini bekler.

Buna göre çaya atılan küp şeker miktarının zamana bağlı nasıl değişir?

- A) Değişmez B) Azalır C) Artar

6.2 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
B) Emin Değilim

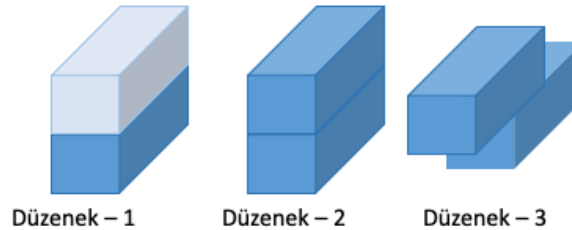
6.3 Yukarıdaki seçeneği neden işaretlediniz?

- A) Sıcaklık çözünmeyi hızlandırır, şeker miktarı artar.
B) Şeker çayın içinde çözündüğünde miktarı azalır.
C) Soğuk suda çözünme gerçekleşmez.
D) Sıcak çayın içine atılan şeker daha hızlı erir.
E) Şekerin taneciklerine ayrılması küp şeker miktarını değiştirmez.

6.4 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
B) Emin Değilim

7.1 Aşağıda mavi, beyaz lego parçaları kullanılarak oluşturulan ve molekül modellerini temsil eden düzenekler verilmiştir.



Buna göre düzeneklerle ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi söylenebilir?

- A) Düzenek – 1 yapısında iki çeşit atom bulunduran bir element moleküldür.
B) Düzenek – 2 yapısında iki tane atom bulunduran bir bileşik molekülüdür.
C) Düzenek – 3 yapısında tek çeşit atom bulunduran bir element molekülüdür.

7.2 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

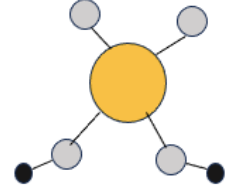
7.3 Yukarıdaki seçeneği neden işaretlediniz?

- A) Bileşikler oluşturan moleküllerdeki atomlar aynıdır.
- B) Elementler yapılarında tek çeşit atom bulundurur.
- C) Elementlerin atomları birbirinden farklıdır.
- D) Elementi oluşturan atomların renkleri farklıdır.
- E) İki aynı tür atom birleştiğinde bileşik oluşur.

7.4 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

8.1 Bir öğrenci, bir maddenin atom modelini göstermek için farklı renk ve büyüklüklerde strafor küre ve kürdanlar kullanarak görselde verilen modeli oluşturuyor.



Hazırlanan modelle ilgili aşağıdaki açıklamalardan hangisi söylenebilir?

- A) 7 atomdan oluşan bir molekül modelidir.
- B) 7 atomdan oluşan bir element modelidir.
- C) 7 molekülden oluşan bir bileşik modelidir.

8.2 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

8.3 Yukarıdaki seçeneği neden işaretlediniz?

- A) Farklı tür atomlar bir araya gelerek elementleri oluşturur.
- B) Moleküller birden fazla atomun bir araya gelmesiyle oluşur.
- C) En az üç çeşit atom bir araya geldiğinde element oluşur.
- D) Bileşikler birden fazla molekülün bir araya gelmesiyle oluşur.
- E) Molekülü oluşturan atomlar birbirinden farklıdır.

8.4 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

9.1 Aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

- A) Deniz suyu bir çözelti örneğidir.
- B) Çelik karışımlara örnektir.
- C) Heterojen karışımlar çözelti olarak adlandırılır.

9.2 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

9.3 Yukarıdaki seçeneği neden işaretlediniz?

- A) Çelik saf maddedir.
- B) Deniz suyu heterojen bir karışımdır.
- C) Tüm çözeltiler homojen değildir.
- D) Çelik bir bileşiktir.
- E) Heterojen karışımlar adi karışımlar olarak adlandırılır.

9.4 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

10.1 Aşağıdakilerden hangisi homojen karışım örneğidir?

- A) Süt
- B) Kola
- C) Sis

10.2 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

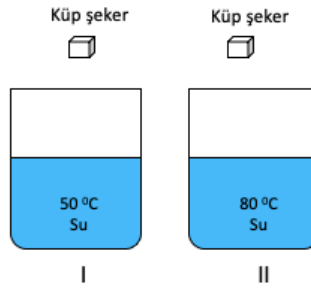
10.3 Yukarıdaki seçeneği neden işaretlediniz?

- A) Süt hiçbir şeyle karışmadığı için homojen karışımdır.
- B) Süt saf bir madde olduğu için homojen karışımdır.
- C) Sis her yerde sabit dağılmadığı için homojen karışımı oluşturur.
- D) Kolada bulunan maddeler, sıvının her yerinde eşit biçimde dağılmıştır.
- E) Sis tek renkli bir görünüme sahip olduğu için homojen karışımdır.

10.4 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

11.1 Fen bilimleri öğretmeni aşağıda düzenekleri verilen deneyi gerçekleştirmiştir.



Görseli verilen kaplarda aynı miktarda ve belirtilen sıcaklıklarda su bulunmaktadır. Kaplara atılan şekerlerin tamamının gözden kaybolma süreleri ölçülmüştür.

Aşağıdakilerden hangisi bu deneyin hipotezi olduğu söylenebilir?

- A) Sıcaklığın çözünme hızına etkisi nedir?
- B) Suyun sıcaklığına göre şekerin nasıl daha çabuk erir?
- C) Sıcaklıları farklı küp şekerlerden hangisi daha hızlı erir?

11.2 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

11.3 Yukarıdaki seçeneği neden işaretlediniz?

- A) Sıcaklığın fazla olması maddelerin çözünme hızını artırır.
- B) Maddelerin gözden kaybolma süresi arttıkça erime hızı artar.

- C) Sıcaklık maddenin erime hızını etkiler.
 D) Sıcaklık fazla olduğu zaman şeker daha hızlı erir.
 E) Şekerin erimesi süresi suyun sıcaklığına bağlıdır.

11.4 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
 B) Emin Değilim

12.1 Bir öğretmen yapacağı etkinlik için sınıfını üç gruba ayırıyor ve her bir gruba aşağıdaki malzemeleri vererek çeşitli karışımlar oluşturmalarını istiyor.

1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP
Su	Su	Su
Zeytinyağı	Alkol	Kahve
Şeker	Şeker	Tuz

Yukarıdaki gruplardan hangisinin heterojen karışım oluşturmaları beklenmez?

- A) 1 B) 2 C) 3

12.2 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
 B) Emin Değilim

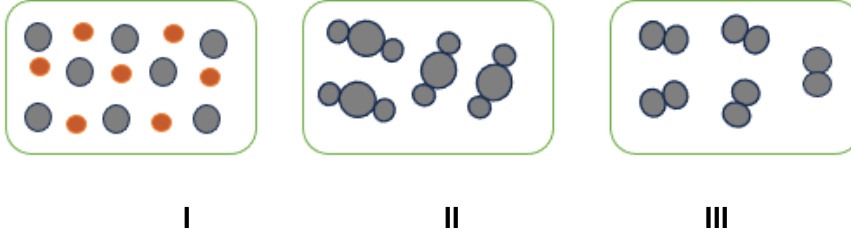
12.3 Yukarıdaki seçeneği neden işaretlediniz?

- A) Tuz ve kahve suyun içinde karışarak hepsi aynı maddeye dönüşür.
 B) Zeytinyağı ve şeker, suyun içinde tam olarak karışmadığı için homojendir.
 C) Su, tuz ve kahve karışımlarında kahve dibe çöktüğü için homojen karışım oluşturur.
 D) Su, alkol ve şeker aynı renkte olduğu için homojen karışım oluşturur.
 E) Su, alkol ve şekerin oluşturduğu karışım birbiri içinde eşit dağılır.
 F) Zeytinyağı, şekerli sudan ayrı bir tabaka oluşturduğu için homojen karışımdır.

12.4 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
 B) Emin Değilim

13.1 Görselde bazı tanecik modelleri verilmiştir.



Yukarıdaki modellerden hangisi elementi temsil ettiği söylenebilir?

- A) I B) II C) III

13.2 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
B) Emin Değilim

13.3 Yukarıdaki seçeneği neden işaretlediniz?

- A) En az iki farklı atom birleştiğinde element oluşur.
B) Farklı büyüklükteki atomlar birleşerek elementleri oluşturur.
C) Elementi oluşturan atomlar birbiri ile bağ kurmaz.
D) Elementler tek cins atomlardan oluşur.
E) Elementi oluşturan atomlar birbirlerinden farklıdır.

13.4 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
B) Emin Değilim

14.1 Aşağıda verilen element ve sembollerinden hangisi doğrudur?

	Element	Sembol
A)	Kükürt	S
B)	Azot	A
C)	Magnezyum	Ma

14.2 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

14.3 Yukarıdaki seçeneği neden işaretlediniz?

- A) Azotun sembolü A harfi ile gösterilir.
- B) Kükürt'ün sembolü S harfi ile gösterilir.
- C) Magnezyumun sembolü Ma harfi ile gösterilir.
- D) Kükürt'ün sembolü K ve Magnezyumun sembolü Mg harfi ile gösterilir.
- E) Azotun sembolü Az ve Kükürt'ün sembolü K harfi ile gösterilir.

14.4 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

15.1 Formül

- CO₂ : Kalsiyum oksijen
- CO : Karbonmonoksit
- SO₂ : Kükürtdioksit

Yukarıda verilen bileşik formüllerinden hangisinin ismi hatalı yazılmıştır?

- A) SO₂
- B) CO
- C) CO₂

15.2 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

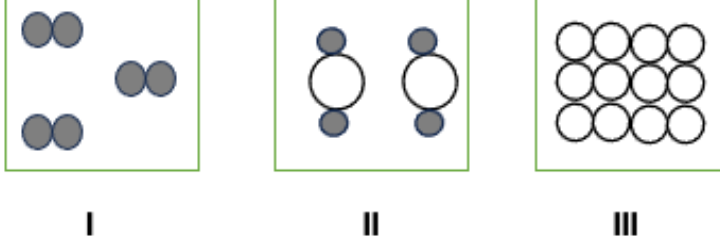
15.3 Yukarıdaki seçeneği neden işaretlediniz?

- A) CO₂ bileşiğinin ismi kalsiyum oksittir.
- B) CO bileşiğinin ismi karbon hidrojendir.
- C) CO bileşiğinin ismi kalsiyum oksittir.
- D) SO₂ bileşiğinin ismi azot oksittir.
- E) SO₂ bileşiğinin ismi sodyum dioksijendir.
- F) CO₂ bileşiğinin ismi karbondioksittir

15.4 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

16.1 Aşağıda bazı maddelerin tanecik modelleri verilmiştir.



Yukarıdakilerden hangisinin bileşik olduğu söylenebilir?

- A) I
- B) II
- C) III

16.2 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

16.3 Yukarıdaki seçeneği neden işaretlediniz?

- A) 1. şekildeki aynı cins atomlar bileşikleri oluşturur.
- B) 2. Şekilde en az 3 atom bir arada olduğu için bileşiktir.
- C) 2. Şekilde yer alan farklı cins atomlar bileşiği oluşturur.
- D) 3. şekildeki aynı atomlar bileşikleri oluşturur.
- E) 3. şekildeki atomlar tek cins olduğu için bileşiktir.

16.4 Önceki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim
- B) Emin Değilim

EK-C: Veri Toplama Aracı Cevap Anahtarı**Madde Kavram Testi Cevap Anahtarı**

1.1 B	9.1 C
1.3 C	9.3 E
2.1 C	10.1 B
2.3 A	10.3 D
3.1 A	11.1 A
3.3 D	11.3 A
4.1 A	12.1 B
4.3 F	12.3 E
5.1 B	13.1 C
5.3 C	13.3 D
6.1 A	14.1 A
6.3 E	14.3 B
7.1 C	15.1 C
7.3 B	15.3 F
8.1 A	16.1 B
8.3 B	16.3 C

EK-Ç: Eğitim Bilimleri Enstitüsü Araştırma Etik Kurulu Onay Bildirimi

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Etik Kurulu

Tarih: 16/11/2023 18:52
 Sayı: E-66777842-300-00003204422



00003204422

Sayı : E-66777842-300-00003204422
 Konu : Etik Kurulu İzni (Çiğdem H. TAMKAVAS)

16/11/2023

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 02.11.2023 tarihli ve E-51944218-300-00003177317 sayılı yazınız.

Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı Doktora Programı öğrencilerinden **Çiğdem H. TAMKAVAS**'ın Prof. Dr. Cemil AYDOĞDU danışmanlığında yürüttüğü "*Ortaokul Öğrencilerindeki Dört Aşamalı Testlerle Belirlenen Kavram Yanılgılarının Dijital Öykülerle Giderilmesi*" başlıklı tez çalışması Üniversitemiz Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Etik Kurulunun **14 Kasım 2023** tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. İsmet KOÇ
 Kurul Başkanı

EK-D: Etik Beyanı

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- * tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- * görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- * başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- * atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- * kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- * bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

...../...../.....

(İmza)

Çiğdem H. TAMKAVAS

EK-E: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu

16 / 07 / 2026

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı Başkanlığına,

Tez Başlığı :Ortaokul Öğrencilerinin Madde Konusundaki Kavram Yanılgılarının Dört Aşamalı Testle Belirlenmesi

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın tamamı (kapak sayfası, özetler, ana bölümler, kaynakça) aşağıdaki filtreler kullanılarak **Turnitin** adlı intihal programı aracılığı ile kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Rapor Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı	Gönderim Numarası
16/07/2027	136	175131	17/06/2026	% 14	2998557791

Uygulanan filtreler:

1. Kaynaklar hariç
2. Alıntılar dâhil
3. 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarını inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

Ad Soyadı: Çiğdem Hasibe TAMKAVAS

Öğrenci No.: N19149740

Ana Bilim Dalı: Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

İmza

Programı: Fen Bilgisi Eğitimi

Statüsü: ☐ Y.Lisans ☒ Doktora ☐ Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Cemil AYDOĞDU

EK-F: Thesis/Dissertation Originality Report

16 / 07 / 2026

HACETTEPE UNIVERSITY
Graduate School of Educational Sciences
To The Department of Mathematics and Science Education

Thesis Title: Determining Middle School Students' Misconceptions About Matter Using A Four-Tier Diagnostic Test

The whole thesis that includes the *title page, introduction, main chapters, conclusions and bibliography section* is checked by using **Turnitin** plagiarism detection software take into the consideration requested filtering options. According to the originality report obtained data are as below.

Time Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defense	Similarity Index	Submission ID
16 / 07 /2026	136	175131	17/ 06 /2026	% 14	2998557791

Filtering options applied:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Educational Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge.

I respectfully submit this for approval.

Name Lastname: Çiğdem Hasibe TAMKAVAS

Student No.: N19149740

Department: Department of Mathematics and Science Education

Program: Science Education

Status: ☐ Masters ☒ Ph.D. ☐ Integrated Ph.D.

Signature

ADVISOR APPROVAL

APPROVED
Prof. Dr. Cemil AYDOĞDU

EK-G: Yayınlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- ☐ Enstitü/Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- ☐ Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren ... ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- ☐ Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

..... / /
(imza)

Çiğdem H. TAMKAVAS

"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tez erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılmaması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç; imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tez erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

*Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

