

**T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**ÇÖZELTİLER KİMYASI İLE İLGİLİ KAVRAM YANILGILARINI
BELİRLEMEK İÇİN ÜÇ AŞAMALI TESTİN
GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EBRU KÖLELİ

**ÇANAKKALE
AĞUSTOS, 2019**

T.C.
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Kimya Eğitimi Bilim Dalı

Çözümler Kimyası İle İlgili Kavram Yanılgılarını Belirlemek İçin
Üç Aşamalı Testin Geliştirilmesi Ve Uygulanması

Ebru KÖLELİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Danışman
Dr.Öğr.Üyesi Sakıp KAHRAMAN

Çanakkale
Ağustos, 2019

Taahhütname

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Çözeltiler Kimyası ile İlgili Kavram Yanılgılarını Belirlemek için Üç Aşamalı Testin Geliştirilmesi ve Uygulanması” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve değerlere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yaparak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

20/09/2019

Ebru KÖLELİ

İmza




Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Onay

Ebru KÖLELİ tarafından hazırlanan çalışma, 23/08/2019 tarihinde yapılan tezsavunma sınavı sonucunda jüri tarafından başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Referans No :10285.990.....

| Akademik Unvan | Adı SOYADI | İmza | |
|-----------------|----------------|--|----------|
| Dr.Öğr. Üyesi | Sakıp KAHRAMAN |  | Danışman |
| Prof. Dr. | Şendil CAN |  | Üye |
| Dr. Öğr. Üyesi. | Yeliz ÖZÜDOĞRU |  | Üye |

Tarih:

İmza:

Prof. Dr. Salih Zeki GENÇ
Enstitü Müdürü

Önsöz

Bu uzun yolda yanımda her daim tecrübesini ve gülümseyişini esirgemeyen sevgili danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Sakıp Kahraman'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Başta annem, babam ve kardeşim olmak üzere bana inanan ve umudumu her yitirişimde yanımda bulunan herkese çok teşekkür ederim.

Çanakkale, 2019

Ebru KÖLELİ



Özet

Çözeltiler Kimyası ile İlgili Kavram Yanılgılarını Belirlemek için Üç Aşamalı Testin

Geliştirilmesi ve Uygulanması

Ebru KÖLELİ

Bu çalışma fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler kimyası ile ilgili kavram yanılgılarının bilgisiz öğrenciler ile kavram yanılgısına sahip olanları birbirinden ayırt etme potansiyeline sahip olan üç aşamalı tanılayıcı bir test kullanarak belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaca yönelik olarak, literatürden yararlanılarak geliştirilen açık uçlu sorulardan oluşan bir test 159 fen bilgisi öğretmen adayına uygulanmıştır ve aynı test kullanılarak 6 öğretmen adayı ile mülakat yapılmıştır. Yazılı ve sözlü cevaplar analiz edilerek ve literatürü tarayarak elde edilen kavram yanılgıları test maddelerinin ikinci aşamasına çeldirici olarak yerleştirilmiştir. Böylece 21 üç aşamalı sorudan oluşan bir test oluşturulmuş ve bu test geçerlik ve güvenirlik analizleri için 182 fen bilgisi öğretmen adayına uygulanmıştır. Elde edilen istatistikler, Çözeltiler Kimyası Tanılayıcı Testi (ÇöKiTaT)'nin fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler kimyası ile ilgili kavram yanılgılarını belirlemek için kullanılabilecek geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermiştir. Survey (tarama) yaklaşımının kullanıldığı asıl uygulamada ÇöKiTaT 150 fen bilgisi öğretmen adayına uygulanmıştır. Elde edilen veriler MS Excel programı kullanılarak analiz edilmiş ve analiz sonuçları fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler kimyası ile ilgili anlamalarının oldukça düşük olduğunu göstermiştir. Ayrıca fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler kimyası ile ilgili çeşitli kavram yanılgılarına sahip olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kavram yanılgısı, çözeltiler, üç aşamalı tanılayıcı test, öğretmen adayı

Abstract

Development and Application of Three-tier Diagnostic Test to Assess Misconceptions about Solution Chemistry

Ebru KÖLELİ

This study aimed to investigate pre-service science teachers' misconceptions about solution chemistry using a three-tier diagnostic test which has the potential those who are lack of knowledge from those who have misconceptions. For this purpose, a test including open-ended questions which were developed by benefiting from the literature was administered to 159 pre-service science teachers and the interview was conducted on a limited number of students using the same test. The misconceptions obtained by analyzing the written and oral responses and by searching the related literature were placed as distractor in the second tier of the test items. The test consisting of 21 tree-tier questions were developed and it was administered to 182 pre-service science teachers to test its reliability and validity. The statistics indicated that the Solution Chemistry Diagnostic Test (SCDT) was a reliable and valid instrument which would be used to evaluate pre-service science teachers' misconceptions about solution chemistry. In this study in which the survey method was used the SCDT was administered to 150 pre-service science teachers. The data were analyzed using MS Excel and the results of the analysis indicated that pre-service science teachers' understanding of solution chemistry was very low. In addition, it was found that pre-service science teachers had some common misconceptions about solution chemistry.

Key Words: Misconception, solution, three tier diagnostic test, preservice teacher

İçindekiler

| | |
|--|------|
| Onay | i |
| Önsöz..... | ii |
| Özet | iii |
| Abstract | iv |
| İçindekiler..... | v |
| Kısaltmalar Listesi | vi |
| Tablolar Listesi | vii |
| Grafikler Listesi..... | viii |
| Şekiller Listesi | ix |
| Bölüm I: Giriş..... | 1 |
| Problem Durumu | 18 |
| Araştırma alt problemleri. | 18 |
| Hipotez. | 19 |
| Araştırmanın Amacı | 19 |
| Araştırmanın Önemi | 20 |
| Araştırmanın Sınırlılıkları | 21 |
| Bölüm II: Literatür Özeti | 22 |
| Bölüm III: Yöntem | 37 |
| Araştırma Modeli | 37 |
| Örnekleme | 37 |
| Veri Toplama Aracı | 38 |
| Çözümler kimyası tanılayıcı testi (ÇöKiTaT) geliştirilmesi. | 39 |
| Verilerin toplanması ve analizi. | 50 |
| Bölüm IV: Bulgular..... | 58 |
| Öğretmen Adaylarının Sahip Olduğu Kavram Yanılgıları | 60 |
| Bölüm V: Tartışma, Sonuç ve Öneriler | 69 |
| Tartışma..... | 69 |
| Sonuç..... | 75 |
| Öneriler..... | 77 |
| Kaynakça | 78 |
| Ek A..... | 92 |
| Ek B..... | 93 |
| Özgeçmiş..... | 94 |

Kısaltmalar Listesi

| | |
|-----------------|---------------------------------------|
| ÇöKiTaT: | Çözeltiler Kimyası Tanılayıcı Testi |
| ÇÇD: | Çözünürlük ve Çözelti Dengesi |
| ÇEF: | Çözünürlüğü Etkileyen Faktörler |
| ÇHEF: | Çözünme Hızını Etkileyen Faktörler |
| İİOÇ: | İletken ve İletken Olmayan Çözeltiler |
| KÖ: | Kolligatif Özellikler |



Tablolar Listesi

| Tablo Numarası | Başlık | Sayfa |
|----------------|--|-------|
| 1 | Öğretmen Adaylarının Demografik Özellikleri | 38 |
| 2 | Önerme Cümleleri | 42 |
| 3 | ÇöKiTaT' taki Her Bir Madde için Hesaplanan Zorluk ve Ayırt Edicilik İndeksleri | 46 |
| 4 | Her Bir Madde için Hesaplanan “Yanlış Sebepli Doğru” ve “Doğru Sebepli Yanlış” Yüzdeleri | 48 |
| 5 | ÇöKiTaT için Hazırlanan Belirtke Tablosu | 49 |
| 6 | Testte Yer Alan Aşamaların Olası Tüm Cevapları ve İlgili Kategoriler | 51 |
| 7 | Kavram Yanılgısı Setleri | 55 |
| 8 | Katılımcı Cevaplarının Yüzdesi | 58 |

Grafikler Listesi

| Grafik Numarası | Başlık | Sayfa |
|-----------------|--|-------|
| 1 | Kavram Yanılgılarının Olası Nedenleri | 7 |
| 2 | Treagust (1988) İki Aşamalı Testin Geliştirme Aşamaları | 40 |
| 3 | Çözeltiler Kimyası ile İlgili Kavram Haritası | 41 |
| 4 | MS Excel 2013 Programında Veri Girişi | 51 |
| 5 | Bilimsel Bilgi Kategorisinin Hesaplanması | 53 |
| 6 | Bilgi Eksikliği Kategorisinin Hesaplanması | 54 |
| 7 | Her Bir Soru için Oluşturulan Kavram Yanılgısı Setleri için Toplam ve Yüzde Değerleri..... | 55 |
| 8 | ÇÇD Kategorisinde Öğretmen Adaylarının Sahip Olduğu Kavram Yanılgıları..... | 60 |
| 9 | ÇEF Kategorisinde Öğretmen Adaylarının Sahip Olduğu Kavram Yanılgıları..... | 62 |
| 10 | ÇHEF Kategorisinde Öğretmen Adaylarının Sahip Olduğu Kavram Yanılgıları..... | 63 |
| 11 | KÖ Kategorisinde Öğretmen Adaylarının Sahip Olduğu Kavram Yanılgıları..... | 65 |
| 12 | İİOÇ Kategorisinde Öğretmen Adaylarının Sahip Olduğu Kavram Yanılgıları..... | 68 |

Şekiller Listesi

| Şekil Numarası | Başlık | Sayfa |
|----------------|--|-------|
| 1 | Johnstone (1993)' ye göre Kimyasal Üçgen | 3 |
| 2 | ÇöKiTaT Geliştirilirken İzlenen Aşamalar | 39 |



Bölüm I: Giriş

Kavramlar iki ya da daha fazla varlık, nesne ya da olguların ortak özelliklerine göre bir arada gruplayıp diğer varlıklardan ayırt ederek zihnimize depoladığımız soyut düşünce birimleridir (Çepni, 2005, s. 67; Taşkın, 2012, s. 126-127). Benzer bir ifade ile ise kavram, farklı obje ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden, sözcüklerle ifade edilen, insanın zihninde anamlanan bilgi formu yapısıdır (Duman, 2009; s. 286; Ülgen, 2001, s. 100). Yaşamı boyunca duyuları aracılığıyla bilgi akışına maruz kalan insan zihninin, bilgiyi önemlilik derecesine göre ayırt etmesi, hatırlaması ya da unutulması, başka bilgiler ile ilişkilendirebilmesi için bilgiyi belli özelliklerine göre kategorize etme ihtiyacı vardır. Kavrama ait doğrudan algılanan özellikler somut ve fiziksel özelliklerden oluşurken, dolaylı olarak algılanan özellikler soyut ve anlamlardan oluşur (Ülgen, 2001, s. 100).

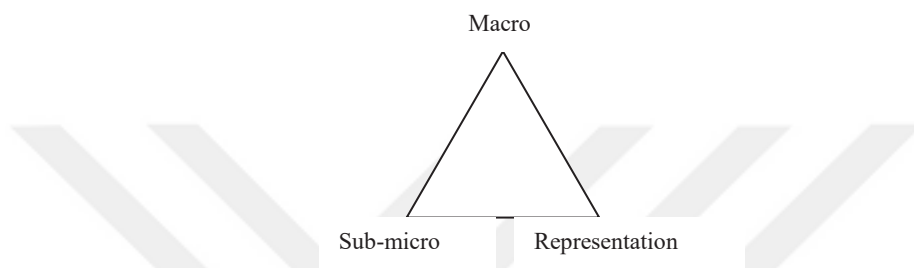
Öğrenme ortamına gelen her birey, deneyimleri sonucunda elde ettiği dünya bilgisi ve algılayış biçimini de beraberinde getirir (Duit & Treagust, 2003; Krause & Tasooji, 2007). Öğrencinin deneyimleri sonucu elde ettiği bu bilgiler her zaman bilimsel gerçekliklerle uyum sağlamayabilir (Barke, Hazari & Yitbarek, 2009, s. 21). Bilim otoriteleri tarafından kabul görmeyen bu tamamlanmamış ya da yanlış bilgileri içeren zihinsel modeller farklı araştırmacılar tarafından “kavram yanılgısı (misconception)” (Arslan, Çiğdemöğlü & Moseley, 2012); “alternatif kavramlar (alternative conceptions)” (Tsai & Chou, 2002); “çocukların bilimi (children’s science)” (Gilbert, Osborne & Fensham, 1982; Duit & Treagust, 2003); “ön kavramlar (preconceptions)” (Clement, 1982), “öğrencilerin tanımı (students’ descriptive)” (Nakhleh, 1992), “ilk kavrayış- ön kavrama (preconcept)” (Barke ve ark., 2009, s. 21); “saf inanışlar (native belief)” (Caramazza, McCloskey & Green, 1981), “alternatif çerçeve (alternative frameworks)” (Driver, 1981), “saf kavramlar (naive conceptions)” (Champagne, Gunstone & Klopfer, 1983) gibi farklı isimlerle

adlandırılmaktadır. Bilim otoritelerinin kabulüne ters düşen bu yanlış ya da eksik kavramalar araştırma boyunca “kavram yanılığı” terimi kullanılarak ifade edilecektir.

Kavram yanılığları, bir kavramın yanlış gerekçelere bağlı olarak oluşacağı gibi, kavramın doğru gerekçeye bağlı fakat anlamından tamamen farklı kullanımlarda olması ile de oluşmuş olabilir (Derman & Eilks, 2016). Öğrenciler bilim otoriteleri tarafından kabul edilen gerçeklerle uyumlu olmayan kavramlar geliştirip bunları bilişsel yapıları ile ilişkilendirdiğinde ortaya çıkan kavram yanılığları bir domino etkisi yaratarak daha gelişmiş kavramların öğrenilmesini zorlaştırabilir ve böylece anlamlı öğrenmenin önünde bir engel teşkil edebilir (Derman & Eilks, 2016; Krause & Tasooji, 2007; Skelly & Hall, 1993). Bu nedenle öğrencilerin öğrenme sürecini önemli derecede etkileyen kavram yanılığlarının nedenlerinin bilinmesi, kavram yanılığlarının giderilmesi ve tespit edilmesi açısından son derece önemlidir.

Kavram yanılığlarının oluşumuna yol açma potansiyeline sahip çok sayıda faktör olmakla birlikte belki de en önemlisi kimyanın soyut doğasıdır. Kimya, moleküler düzeyde gerçekleşen olayların incelendiği bir bilim dalı olarak kişinin direkt olarak tecrübe edemediği, soyut ve anlama dayalı kavramlar içermesi, kimyanın öğrenciler tarafından öğrenilmesini zorlaştırmaktır (Chittleborough & Treagust, 2007; Nakhleh, 1992). Johnstone (1993)’e göre kimya, makroskobik düzey, mikroskobik düzey ve sembolik düzey olmak üzere üç düzeyde tanımlanmaktadır (Şekil 1). Makroskobik düzey, kimyada gerçekleşen olayların ölçülebilir ve gözlemlenebilir formlarını içerir. Örneğin, kimyasal reaksiyon sırasında gerçekleşen sıcaklık ve renk değişimi gibi gözlemlenebilen ve hissedilebilen özellikleri kimyanın makroskobik düzeydeki özellikleridir (Nyachwaya, Mohamed, Roehrig, Wood, Kern & Schneider, 2011). Sembolik düzeyde ise semboller, eşitlikler, formüller, matematiksel işlemler yer almaktadır (Johnstone, 2000). Atomları, molekülleri ve iyonları içeren gözle görülemez olan dünya ise mikroskobik düzey olarak adlandırılmaktadır. Mikroskobik düzeydeki bir olay ise gözle

görülemeyen molekül, atom ve atom altı parçacıkların hareketi ve dizilişi ile tanımlanmaktadır. Hem kimyanın doğasının bir sonucu olarak var olan üç düzey arasında öğrencilerin ilişki kurmakta zorluk yaşaması (Gabel, 1999) hem de öğretmenlerin makroskobik düzeydeki bir olayı genellikle mikroskobik düzey ile ilişkilendirmeden direkt olarak sembolik düzeyde açıklamaya çalışması, kimyanın öğrenilmesini zorlaştırmakta ve öğrencilerin çeşitli kavram yanlışları geliştirmesine neden olmaktadır (Derman & Eilks, 2016; Gabel, 1999).



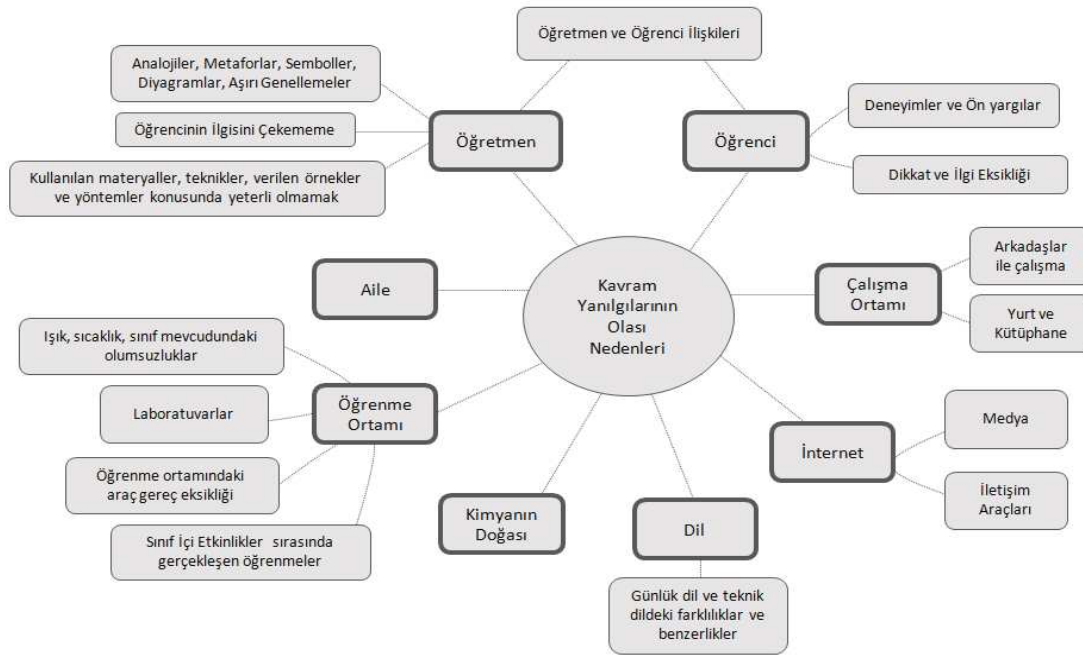
Şekil 1. Johnstone (1993)'ye göre kimyasal üçgen.

Skelly ve Hall (1993)' e göre kavram yanlışlarının olası nedenleri tecrübeden ve eğitimden kaynaklı olabilmektedir. Kişinin günlük deneyimlerinden elde ettiği bilgiler kavram yanlışına sebep olabileceği (Coştu, Ayas & Ünal, 2007; Mak, Yip & Chung, 1999; Şimşek & Tezcan, 2008) gibi öğrenilen kavramların günlük yaşantı ile yeterince ilişkilendirilememesi de kavram yanlışlarına neden olabilmektedir (Güneş, Dilek, Demir, Hoplan & Çelikoğlu, 2010). Fen kavramlarının gelişiminde çocukların deneyimlerinin önemli bir yer tuttuğunu vurgulayan Şimşek ve Tezcan (2008)'e göre kavramlar ile ilgili alt kavramların sayısı arttıkça kavrama dayalı doğru düşüncelerin gelişmesi de zorlaşmaktadır. Öğretmen, öğrenme yöntemi, öğrenme (çalışma) ortamı, aile, medya ve arkadaşlar, kitap ve diğer şartlar kavram yanlışlarının olası nedenleri arasında yer almaktadır (Annisa, Yulinda & Kartini, 2017; Gomez-Zwiep, 2008; Şen & Yılmaz, 2013). Anlama ve anlatma aracı olarak “dil” iletişimin en etkin unsurudur. Bireyin doğduğu çevre onun iletişimde kullandığı sözcüklerin haznesini oluşturur. Öğrencinin günlük kullanımda duyduğu kavramlar ile fen

bilimlerinde kullanılan kavramların, günlük kullanım ve bilimsel kullanımda farklı anlamlara gelmesi nedeniyle “dil” kavram yanlışlarının bir diğer nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır (Güneş ve ark., 2010; Şimşek & Tezcan, 2008; Skelly & Hall, 1993). Öğrencilerin yanı sıra öğretmenlerin de sınıf ortamında kullandıkları dil kavram yanlışlarına neden olabilmektedir. Öğretmenin kullandığı dil, konuya dair bilgi eksiklikleri (Mak ve ark., 1999; Skelly & Hall, 1993; Şen & Yılmaz, 2013), ders içerisinde kullanılan yöntemlerden kaynaklı eksiklikler ile verilen örneklerin yetersizliği (Coştu ve ark., 2007, Şen & Yılmaz, 2013), öğretmen öğrenci ilişkileri (Şen & Yılmaz, 2013), kullanılan öğretim tekniklerinin öğretmen merkezli ve ezbere dayalı olması (Tekkaya ve ark., 2000) öğrencilerin basit fen kavramlarını anlamalarını etkilemekte ve kavram yanlışlarına sebep olabilmektedir. Öğretmenin kullandığı teknik ve materyallerden kaynaklı kavram yanlışlarının ileri derecedeki eğitimlerde, eğitimi kısıtlayıcı bir etkisinin olabileceğini belirten Barke ve ark. (2009, s. 21) okuldan kaynaklanan kavram yanlışlarının önemini vurgulamıştır. Tüm bunlardan dolayı öğretmenler, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının en önemli sebeplerinden biridir. Fen bilimleri alanlarının daha çok mikroskobik düzeyde ve anlaması zor kavramları içermesinden kaynaklı olarak deneysel çalışmalar ile dersin zenginleştirilmesi gerekmektedir. Öğrencilerin makro düzeyden mikro düzeyi tahmin ederek düşünme becerisinde yaşadığı zorluklar kavram yanlışlarına neden olmaktadır (Skelly & Hall,1993). Laboratuvarlarda gerçekleşen ve öğrenilmesi amaçlanan kavrama dair, somutlaştırma amaçlı deney yapmamasından kaynaklı olarak gelişen ve somut olarak görülmeyen kavramların zihinde farklı algılanmasından kaynaklı kavram yanlışları (Coştu ve ark., 2007) makro düşünceden mikro düşünceye geçişte yaşanan zorlukların bir diğer sonucudur. Bunun aksine kavram yanlışlarının bir diğer nedeni olarak öğrencinin deney sırasında yanlış ve eksik anlaması ya da laboratuvar ortamı belirtilmiştir (Şen & Yılmaz, 2013). Laboratuvar ortamları her ne kadar öğrencinin ders içinde aktif olmasını sağlasa da, yeterli ekipmanın olmaması, sınıf mevcudunun fazlalığı, deneyin konuya

yeterince uymaması, öğretmenin etkiliği vb. birçok neden kavram yanlışlığı oluşması için bir ortam hazırlayabilmektedir. Kimi öğrenciler içinse deney ortamı zihinsel aktivitenin daha etkili olmasından kaynaklı olarak var olan kavram yanlışlıklarını gidermekte etkin bir araçtır (Yavuz & Çelik, 2013). Eğitim süreci boyunca gerek öğretmenler gerekse öğrenciler tarafından bilginin bir kaynağı olarak ders kitapları, kavram yanlışlıklarının bir diğer nedenidir (Coştu ve ark., 2007; Tekkaya ve ark., 2000). Ders kitapları içerisinde yer alan kavramların anlaşılması zor bir şekilde anlatılması (Coştu ve ark., 2007), kullanılan analogi ve metaforlar (Skelly & Hall, 1993), öğretim programlarındaki konuların birbirinden kopuk ve günlük hayatla ilişkilendirilmemiş olması (Tekkaya ve ark., 2000) kavram yanlışlıklarına neden olabilmektedir. Bu sebeple ders kitaplarının belli periyotlarla kontrol edilmesi, yanlış ve yanlışlıklardan arındırılması kavram yanlışlıklarını önlemek adına önemli bir adımdır (Tekkaya ve ark., 2000). Yirminci yüzyılın başlarından itibaren aktif bir şekilde hayatımıza giren internet kullanımı, eğitim sistemi içerisinde de öğretmenlerin ve öğrencilerin bilgiye erişme kaynağı olarak kullanılmasıyla internette bulunan bilgilerin bilimsel gerçeklerle ne kadar örtüştüğü sorgulanmaktadır. Şeşen ve İnce (2010) yaptıkları çalışmada web sitelerin birçoğunun yanlış ve eksik bilgi içerdiğini bu nedenle de kavram yanlışlıklarına neden olabileceğini belirtirken, Şen ve Yılmaz (2013)'ün çalışmasında yer alan kimya öğretmen adaylarından oluşan öğrenci grubu, internetin kavram yanlışlıklarının bir nedeni olabileceğini belirtmiştir. Bilginin kaynağının doğruluğunun yanında bilgi akışının gerçekleştiği eğitim ortamının ses, ışık, sıcaklık gibi özelliklerinin uygun olmaması (Şen & Yılmaz, 2013) , sınıf ortamının öğretilen konu ve kavramlar ile uyumlu olmaması (Güneş ve ark., 2010) kavram yanlışlıklarının oluşmasına neden olabilmektedir. Sınıf ortamında bulunan öğrencilerin gruplar halinde yapılan çalışmalarda kavram yanlışlıklarının artabileceği, bir üst sınıf ile daha çok etkileşime geçen öğrencinin daha fazla kavram yanlışlığına sahip olabileceği vurgusu yapan öğretmen adayları, bunlara zemin hazırlayan öğrencinin kaldığı yurt ve arkadaş ortamını da

kavram yanılığının nedenleri arasına almıştır (Şen & Yılmaz, 2013). Öğrencilerin fiziki gelişimlerinin farklı hızlarda gelişmesi gibi bilişsel anlamda ilerleyişleri de farklıdır. Öğrencinin gelişimsel seviyesi ile bilişsel olarak gerçekleşen isteklerinin uyumsuzluğu, kişinin düşünme stratejilerinde var olan uygunsuzluklar da kavram yanılığının nedenidir. Düşünme yapılarında var olan yanlış stratejiler her yeni bilginin yapılanması sırasında yanlış yollarla kaydedilmesine neden olabilir. Bunun yanında öğrencilerin kısa süreli hafızaya aşırı yüklenmesi de kavram yanılığının bir diğer nedenidir (Skelly & Hall, 1993). Kişinin tam olarak yeni bir bilgiyi hazmedemeden yani uzun süreli belleğe iletilmeden sürekli olarak yeni bir bilgi akışı içerisinde olması, bilginin ilişkilendirileceği yapılarda yanlış veya eksik bağlanmalara neden olabilir. Ayrıca farklı seviyelerdeki öğrencilerin kavram yanılığları da farklı olabildiği gibi farklı seviyelerdeki öğrencilerin kavram yanılığının nedenlerinin de farklı olabileceği görülmüştür (Şen & Yılmaz, 2013). Grafik 1’ de kavram yanılığının olası nedenleri görülmektedir (Annisa ve ark., 2017; Coştu ve ark., 2007; Derman & Eilks, 2016; Gabel, 1999; Gomez-Zwiep, 2008, Güneş ve ark., 2010; Şimşek & Tezcan, 2008; Mak ve ark., 1999; Skelly & Hall, 1993; Şen & Yılmaz, 2013; Şeşen & İnce, 2010; Tekkaya ve ark., 2000; Yavuz & Çelik, 2013).



Grafik 1. Kavram yanılgılarının olası nedenleri

Kavram yanılgıları birçok bilim alanı için ortak bir problemdir. Çeşitli alanlardaki birçok araştırmacı kavram yanılgılarını tespit etmeye çalışmıştır (Atılboz, 2004; Caleon & Subramaniam, 2010; Kahraman, 2018; Uyanık & Serin, 2016; Ünlü & Gök, 2007). Bu nedenle kavram yanılgılarını belirlemek için açık uçlu sorular (Chou, 2002; Çalık & Ayas, 2005; Pınarbaşı, Sözbilir & Canpolat, 2009), mülakatlar (Boo, 1998; Ebenezer & Erickson, 1996; Montfort, Brown & Findley, 2008) çoktan seçmeli sorular (McClary & Bretz, 2012; Uzuntiryaki & Geban, 2005), hem açık uçlu hem çoktan seçmeli sorular (Nakiboğlu, 2003), iki aşamalı tanılayıcı testler (Chandrasegaran, Treagust & Mocerino, 2007; Tüysüz, 2009; Özmen, 2007; Peterson & Treagust, 1989; Tan, Goh, Chia & Treagust, 2002; Tsai & Chou, 2002), üç aşamalı tanılayıcı testler (Dindar & Geban, 2011; Geban, 2014; Kirbulut, Şenol & Yılmaz, 2017; Tunç, Akçam & Dökme, 2011) ve son olarak dört aşamalı tanılayıcı testler (Caleon & Subramaniam, 2010; Yang & Lin, 2015) değişen ihtiyaç koşullarına göre geliştirilen ölçme araçlarıdır. Literatürde sıkça rastladığımız testlerin yanı sıra kavram yanılgılarının belirlenmesinde kavram haritaları (Goh & Chia, 1991; Aykutlu & Şen, 2012);

tahmin et, gözle, açıkla yöntemi (Köse, Coştu & Keser, 2003) ve analogi (Akyürek & Afacan, 2013) gibi yöntemler de kavram yanlışlarını belirlemede kullanılmıştır. Gürel, Eryılmaz ve McDermott (2015), 1980 ile 2014 yılları arasında yayımlanan 273 makaleyi inceleyerek yaptıkları çalışmada, kavram yanlışlarını belirlemede %53 mülakatlar, %34 açık uçlu testler, %32 çoktan seçmeli testler ve %13 aşamalı tanılayıcı testlerin kullanıldığını belirtmiştir. Kavram yanlışlarını belirlemede en yaygın olarak kullanılan veri toplama araçlarından biri mülakatlardır (Pınarbaşı & Canpolat, 2003). Kavram yanlışlarını belirlemede mülakat yöntemi öğrencinin bilişsel yapısının derinlemesine anlaşılmasına olanak sağlar (Osborne & Gilbert, 1980; Gürel ve ark., 2015). Mülakatlar sırasında yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ya da yapılandırılmamış mülakat soruları ile öğrencinin kavram yanlışları ortaya çıkarken, öğrencinin kavram öğreniminde gerçekleşen zihinsel aktiviteleri ve gerçekleşen aksaklıkların neler olduğu belirlenebilir. Mülakatlar araştırmacıya derinlemesine bir bilgi sunmasına rağmen bazı sınırlılıklar içermektedir. Örneğin, mülakatları yürütmek uzun zaman almaktadır ve genellikle küçük gruplar üzerinde çalışılmaktadır (Gürel ve ark., 2015; Nyachwaya ve ark., 2011; Peterson and Treagust, 1989; Tsai & Chou, 2002). Bu sebeple mülakatlardan elde edilen verilerin genellenebilirliği oldukça sınırlıdır (Gürel ve ark., 2015). Ayrıca mülakatı gerçekleştirecek kişinin konu ve öğrenciye yaklaşımı hakkında eğitim almış olması gerekmesi (Gürel ve ark., 2015; Nyachwaya ve ark., 2011; Peterson & Treagust, 1989; Tsai & Chou, 2002) ve mülakatlardan elde edilen verilerin analizlerindeki zorluklar (Tsai & Chou, 2002) mülakatların diğer olumsuz özellikleridir. Bazı araştırmalarda ise açık uçlu sorularla birlikte öğrencilerden çizim yapmaları istenerek kavram yanlışları tespit edilmeye çalışılmıştır (Çalık, Ayas & Ünal, 2006; Demirbaş, Tanrıverdi, Altınışik & Şahintürk, 2011). Açık uçlu çizim ölçekleri, öğrencinin cevaplarından düşünce seviyelerinin iç yüzünü anlamaya olanak sağlayarak kavram algısını veya kavram yanlışlarını tespitite yardımcı olabilir (Nyachwaya ve ark., 2011). Açık uçlu sorular öğrencilerin zihinlerindeki kavramları rahatça ortaya

çıkarma potansiyeline sahip olmasına rağmen, zaman alıcı olması ve öğrencilerin yazma eylemine karşı gönülsüzlükleri gibi olumsuz yönleri vardır (Gürel ve ark., 2015). Özellikle öğrencilerin yazma eğilimine karşı gönülsüzlüğünü ortadan kaldıran bir yöntem olarak çoktan seçmeli sorulardan oluşan testlerin kullanımı zamanla yaygınlaşmıştır. Sınıflarında mülakatlar ve açık uçlu sorular ile kavram yanlışlarını belirlemeyi deneyen öğretmenler için çoktan seçmeli testler hem zaman sorununa hem de eğitimi olma gerekliliğine bir çözüm bulmuştur (Treagust, 1986). Çoktan seçmeli testler, uygulama ve puanlaması kolay olmasının yanında büyük bir grubun kavram yanlışını tespit edebilmede ve genellebilmede etkin bir yöntemdir (Demirci & Efe, 2007). Çoktan seçmeli testler bir doğru cevap ve birden fazla yanlış ya da yanlışlı ifadenin yer aldığı çok seçenekli sorulardan oluşmaktadır. Yanlış ya da yanlışlı ifadeli cümlelerin yani çeldiricilerin hazırlanması oldukça zordur. Bu nedenle çoktan seçmeli test hazırlarken konuya dair kavram yanlışlarının bilinmesi ve soruların dikkatle hazırlanması gerekmektedir. Konuya dair kavram yanlışlarını belirlemek için konuyu tümüyle kapsayan bir test geliştirilmelidir. Bu testlerin hem geliştirilmesi hem de uygulanması bu açıdan zaman almaktadır (Treagust, 1986). Öğrencilerin sorunun cevabını net olarak bilmeden, tesadüfi olarak doğru seçeneği işaretleyebilmesi ve verdiği cevabı niçin verdiğinin belirlenememesi çoktan seçmeli testlerin bir diğer olumsuz yönüdür (Avcı, Şeşen & Kırbaşlar, 2018). Belli ifadelerin içerisinden doğru olanı seçmek, öğrenciyi belirli kalıplar içinde düşünmeye sevk ettiğinden öğrencinin eleştirel düşünmesini ve yaratıcılığını kısıtlamakta ve kalıplar dışındaki fikirlerini belirlemede yetersiz kalmaktadır (Demir, Kızılay & Bektaş, 2016; Karataş, Köse & Coştu, 2003). Ayrıca geleneksel çoktan seçmeli testler öğrencinin doğru cevabı seçebilme olasılığının olmasının yanında kavram yanlışını tespit edilse dahi altında yatan düşünce yapısının bilinmesine izin vermemektedir (Adadan & Savaşçı, 2012; Karataş ve ark., 2003). Bu nedenle, daha önceki testlerde saptanan kavram yanlışlarının çeldirici olarak yerleştirildiği iki aşamalı tanılayıcı testler araştırmacıların ve

eğitimcilerin, öğrencilerin kavram yanlışlarını kolay bir şekilde tespit etmeleri için geliştirilmiştir (Treagust, 1986). İki aşamalı testler, birinci aşaması kavrama dair soruyu, ikinci aşaması ise soruya verilen cevabın nedenin sorgulandığı iki bölümden oluşmaktadır. Böylelikle öğrenci verdiği cevaba karşılık, neden o seçeneği işaretlediğinin de gerekçesini belirtmek durumunda kalmaktadır. Böylece öğrenci düşünceleri hakkında muhakeme yaparken, araştırmacı kavram yanlışları ve altında yatan düşünce yapısına dair bilgi sahibi olur (Karataş ve ark., 2003; Milenkovic, Hrin, Segedinac & Horvat, 2016). Milenkovic ve ark. (2016)'a göre dört seçenekli çoktan seçmeli bir testte doğru cevabı tahmin etme olasılığı %25 iken, iki aşamalı testlerde bu oran yaklaşık %6'lara kadar düşebilmektedir. İki aşamalı testler büyük örneklerde uygulama açısından oldukça etkili bir yöntem olup diğer testlere oranla daha az zamanda daha detaylı bir araştırmaya olanak sağlamaktadır. Tüm bu olumlu özelliklerine rağmen iki aşamalı testler, öğrencinin sahip olduğu kavram yanlışları ile eksik bilgi arasındaki farklılığı ayırt edemediği gibi anlama ve tahmin etme, rastlantı sonucu verilen cevaplar arasındaki farkı ayırt edememektedir (Milenkovic ve ark., 2016). Bu nedenle araştırmacılar, iki aşamanın yanında “güven basamağı” olarak adlandırılan bir basamak geliştirerek daha kompleks bir test geliştirdiler. Bu aşama bilgisiz öğrenciler ile kavram yanlışlığına sahip öğrencileri birbirinden ayırt etmeye yardım eder (Peşman & Eryılmaz, 2010). Bu nedenle son dönemde üç aşamalı testler kavram yanlışları tespitinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Arslan ve ark., 2012; Dindar & Geban, 2011; Peşman & Eryılmaz, 2010). Üçüncü aşama öğrencilerin ilgili sorudaki ilk iki aşamaya verdikleri cevaplardan emin olup olmadıkları konusunda bilgi vermektedir. Üç aşamalı testlerde, ilk iki aşamaya doğru cevap veren ve verdikleri cevaptan emin olan öğrencilerin ilgili kavram hakkında bilimsel bilgiye sahip olduğu şeklinde yorumlanır. Eğer öğrenci birinci ve ikinci aşama için verdiği yanıtlardan emin değilse, soruya tahmin ederek doğru cevap vermiş olabilir. İlk iki aşamaya ya da aşamalardan birine yanlış cevap veren öğrenci, verdiği yanıtın eminse kavram

yanılgısına sahip olduğu söylenebilir. İlk iki aşamaya ya da aşamalardan birine yanlış cevap verip, verdiği yanıtta emin değilse öğrencinin bilgi eksikliğinden kaynaklı kavram yanılgısı olduğu şeklinde yorumlanır. Böyle bir sınıflamanın yapılabilmesi kavram yanılgısına sahip olan öğrencilerin olduğu kadar bilimsel bilgiye sahip olan öğrencilerin belirlenmesini de sağlar (Arslan ve ark., 2012).

Kavram yanılgıları kimya öğreniminde büyük rol oynar (Mulford & Robinson, 2002). Çünkü bir konuda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları daha gelişmiş bir konunun öğreniminde bariyer oluşturabilir. Günümüze kadar farklı yöntemler kullanılarak yapılan çalışmaların sonuçları, farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin kimyanın çeşitli konularında çok sayıda kavram yanılgısına sahip oldukları ortaya konmuştur (Morgil, Erdem & Yılmaz, 2003; Özmen, 2007). Kimyanın en temel konularından biri olan ve daha gelişmiş konuların öğreniminde anahtar role sahip olan çözeltiler konusu öğrencilerin öğrenmede zorluk yaşadığı ve çok sayıda kavram yanılgısına sahip olduğu konular arasında yer almaktadır (Çalık, Ayas & Ebenezer, 2005). Örneğin, çözünme olayının erime olarak tanımlanması çözeltiler konusunda karşılaşılan en yaygın kavram yanılgılarından biridir (Akgün & Aydın, 2009; Avcı ve ark., 2014; Bilgin ve ark. 2014; Boyraz, Hacıoğlu & Aygün, 2016; Çalık & Ayas, 2004; Çalık, Ayas & Ebenezer, 2005; Çalık & Ayas, 2005a; Çalık & Ayas, 2005b; Çalık ve ark., 2006; Derman & Eilks, 2016; Ebenezer & Erickson, 1996; Goodwin, 2002; Günaydın & Ültay, 2014; Kalın & Arıkıl, 2010; Krnel, Watson & Glazar, 1998; Mitchell, 2018; Özden, 2009; Valanides, 2000). Bunun yanı sıra çözünme olayını “*yok olma*” (Bilgin ve ark., 2014; Çalık & Ayas, 2004; Çalık ve ark., 2006); “*çözünüp bitme, kaybolma*” (Çalık & Ayas, 2004); “*etkisiz hale getirme, hapsolma*” (Bilgin ve ark., 2014) şeklinde tanımlayan öğrencilerin var olduğu da yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir. Krnel, Watson ve Glazar (1998) yaptığı çalışmada, çocukların mikroskobik düzeyi kastederek makroskobik anlatımlar yaptıklarını, erime kavramı sorulduğunda çözünme ve suya dönüşmeyi tanımladıklarını ve şeker, suda

çözündüğünde şekerin buharlaştığı ya da gözden kaybolduğu inancına sahip olduklarını bulmuştur. Çözünme olayının hal değişimi olduğu (Akgün & Aydın, 2009; Avcı ve ark., 2014; Boyraz ve ark., 2016; Çalık & Ayas, 2005b), kimyasal değişim (olay) olduğu (Bilgin ve ark., 2014; Çayan & Karşlı, 2015; Derman & Eilks, 2016; Valanides, 2000), maddenin şekil değiştirmesi olduğu (Akgün & Aydın, 2009), çözünme sırasında kimyasal bir reaksiyon gerçekleştiği (Çalık & Ayas, 2005b), çözünme sonucunda yeni bir madde oluştuğu (Akgün & Aydın, 2009; Avcı ve ark., 2014; Coştu ve ark., 2007; Çalık & Ayas, 2005a; Çalık & Ayas, 2005b; Karşlı & Ayas, 2013; Valanides, 2000), çözücü ve çözünenen oluşan bir bileşik olduğu (Çalık & Ayas, 2005a) öğrencilerin çözünme olayına ilişkin sahip oldukları kavram yanlışlarından bazılarıdır.

Çözünmenin iki maddenin birbirleri içerisindeki boşlukları doldurması olduğu (Akgün & Aydın, 2009) ve çözünen maddenin, çözücü arasındaki boşluklara dolduğu (Coştu ve ark., 2007; Çalık & Ayas, 2005b) diğer çalışmalarda saptanan başka kavram yanlışlarıdır. Ayrıca çözünmenin bir maddenin içinde başka bir maddenin atomlarına ayrışması (Akgün & Aydın, 2009) ve çözünmenin bir maddenin içinde başka bir maddenin iyonlarına ayrışması (Şen & Yılmaz, 2012) olarak düşünen öğrencilerin var olduğu yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Çözeltilerin yapısı ile ilgili olarak çözeltilerin heterojen yapıda oldukları (Valanides, 2000; Demirbaş ve ark., 2011; Konur & Ayas, 2008), katı halde çözeltilinin bulunmadığı (Demirbaş ve ark., 2011), çözeltili oluşumunun katının sıvı içinde daha küçük parçalara ayrılması olduğu (Coştu ve ark., 2007) ya da katı maddenin erimesiyle oluştuğu (Coştu ve ark., 2007) inanışlarının bazı öğrencilerde var olduğu yapılan çalışmalarla belirlenen diğer kavram yanlışlarıdır.

Çalık ve Ayas (2005) yaptığı çalışmada öğrencilerin çözücünün çözünen içine konulduğunda bozunduğu, çözücü ve çözünen arasında gerçekleşen reaksiyonun çözeltiliyi oluşturduğu, çözücünün çözünenin özelliklerini kaybeden bir madde olduğu ve çözünenin

çözücü içinde kendi özelliklerini kaybettiği ve gözden kaybolduğu (Krnel ve ark., 1998) şeklinde kavram yanlışlarına sahip olduklarını tespit etmiştir. Birbiri içinde çözünmeyen maddelerin bu durumu ile ilgili olarak katılımcılar, çözünmeme sebebi olarak birinin diğerine göre hafif olması veya yoğunluklarının farklı olması sebebine dayandırdıkları gibi kavram yanlışları yer almaktadır (Valanides, 2000). Çözünen maddenin gözden kaybolduğu, parçalandığı ve büzüştüğü şeklinde kavram yanlışları da öğrencilerde mevcuttur (Derman & Eilks, 2016). Ayrıca çözünenin kap içerisinde çiziminin yapıldığı çalışmalarda katılımcıların, tuz ve şeker moleküllerinin su molekülünden ağır olduğu (Valanides, 2000) ve çözünenin ağırlığından dolayı çözüneni kabın altında (Valanides, 2000) veya üzerinde (Ebenezer & Erickson, 1996) gösterme eğiliminde oldukları kavram yanlışına rastlanmaktadır. Çözünen ve çözücünün belirlenmesi ile ilgili olarak ise suyun şekerin yapısını bozduğu ve şeker su içinde iyonlarına ayrıştığı için ya da şekerin su içinde gözden kaybolduğu için suyun çözünen, şekerin çözücü olduğu şeklinde kavram yanlışları tespit edilmiştir (Çalık & Ayas, 2005a).

Çözünürlük kavramı ile ilgili yanlışlar incelendiğinde Akgün ve Aydın (2009) çalışmalarında, çözünürlüğün maddenin erime potansiyeli, yeni bir madde oluşması, maddenin ayrışması olarak tanımlanması ve çözünürlüğün kimyasal bir olay olduğu ifadesi kavram yanlışlığı olarak belirtilmiştir. Ayrıca çözelti ve çözünürlük kavramlarının benzer anlamlarda kullanıldığı görülmektedir.

Çözünürlüğe etki eden faktörlerle ilgili olarak rastlanan kavram yanlışları incelendiğinde Özden (2009) ise öğretmen adaylarının çözünme hızı ve çözünürlük kavramlarını karıştırdıkları ve eğer bir maddenin çözünürlüğü sıcaklık arttıkça azalıyorsa aynı maddenin çözünme hızının da sıcaklıkla birlikte azalacağını ifade etmiştir. Akgün ve Aydın (2009) ise sıcaklığın sadece çözünme hızını arttırdığını vurgulamıştır. Ayrıca çözücü ve çözünen miktarının çözünürlüğe etki ettiği (Coştu ve ark., 2007; Derman & Eilks, 2016; Karlı & Ayas, 2013), sıcaklığın çözünürlüğü etkilemediği (Coştu ve ark., 2007), çözünen

miktarı ile katı maddenin büyüklüğünün çözünürlüğe etki ettiği (Coştu ve ark., 2007) kavram yanılgıları vardır. Belli bir sıcaklıkta çözeltiliye su ekledikçe çözeltili içindeki tuzun çözünürlüğünün artacağına inanan öğrencilerin var olduğu Adadan ve Savaşçı (2012) tarafından yapılan bir çalışmada tespit edilmiştir. Karanlı ve Ayas (2013)' nin yaptığı çalışmada karıştırma ve ufalamanın hem çözünürlüğü hem de çözünme hızını arttırdığı, katı ve sıvıların çözünürlüğünün sıcaklıktan etkilenmediği, sıcaklığın gazların çözünürlüğünü artırdığı ve sadece gazların çözünürlüğünün sıcaklıktan doğru orantılı olarak etkilendiği yanılgılarına rastlanmıştır. Gazların çözünürlüğü ile ilgili olarak Adadan ve Savaşçı (2012), öğrencilerin basınç azaldıkça gazın çözünürlüğünün hızlı bir şekilde artacağına inandıklarını tespit etmiştir. Öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmada Konur ve Ayas (2008) katılımcıların gazların sıvılardaki çözünürlüğünün sıcaklıkla artacağını ya da değişmeyeceğini belirtirken, katıların çözünürlüğünün basınçla artacağını ifade etmiştir. Akgün (2009) çalışmasında, sıcaklığın moleküller arası bağların kırılmasına neden olduğu ile ilgili kavram yanılgısına yer vermiştir. Lise öğrencileri ile yaptığı çalışmada Tezcan ve Bilgin (2004) ise öğrencilerin sıcaklık arttırıldığında bütün katıların çözünürlüğünün artacağına, çayı karıştırdığımızda şekerin daha çok çözüneceği ve çözünen taneciklerin yeterince küçük olmadığı zaman çözünme olmayacağına inandığı saptanmıştır. Ayrıca karıştırılan bir çözeltilide erimenin artacağı ve daha fazla maddenin eriyeceğine dair kavram yanılgısı da mevcuttur (Çalık & Ayas, 2005b).

Çözeltilerle ilgili kavram yanılgılarının belirlenmeye çalışıldığı birçok araştırmada, tuzlu su ve şekerli su çözeltileri ile ilgili sorular kullanılmıştır. Bu çalışmaların bazılarında öğrencilerin tuzun moleküler çözüldüğüne ve tuzun su içinde eridiğine dair inanışlarının olduğu tespit edilmiştir (Derman & Eilks, 2016; Şen & Yılmaz, 2012; Türk, Akkuş & Tüzün, 2014). Bununla birlikte bazı öğrencilerin tuzun su içerisinde çözüldüğünde HCl ve NaOH oluştuğuna inandıkları saptanmıştır (Türk ve ark., 2014). Karanlı ve Ayas (2013) tarafından

yapılan bir araştırmada, NaCl moleküllerinin suyun içinde rastgele dağımk halde bulunduğu, çözünme olayında NaCl'nin iyonlarına ayrışmadığı, etrafında su moleküllerinin olduğu şeklinde bazı kavram yanılığları ortaya konulmuştur. Sağır, Tekin ve Karamustafaoğlu (2012) öğrencilerin tuzun çözünmesi ile ilgili olarak, tuzun elementlerine ayrıldığı için çözünmesinin kimyasal bir olay olduğuna inandıkları sonucuna ulaşmıştır. Valanides (2000) yaptığı çalışmada öğretmen adaylarından ağzına kadar su dolu cam kaba bir kaşık tuz ya da şeker atıldığında ne olduğunu tahmin etmelerini istemiştir. Elde edilen cevapları analiz ettiğinde bazı katılımcıların katı taneciklerinin (tuz veya şeker) ok daha küçük ve gözle görülemez parçacıklara ayrıldığına inandıklarını tespit etmiştir. Bunun yanında bazı öğrencilerin şekerli veya tuzlu suyun ısıtılması halinde su buharının bir miktar tuz ya da şeker buharını içereceği ve bu nedenle dipteki çözünmüş katı miktarının daha az olacağına inandıkları belirlenmiştir (Valanides, 2000). alık ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada bazı öğrencilerin tuzlu su çözeltisinde NaCl'nin, Na ve Cl elementlerine ayrıldığı için bu olayın fiziksel bir değişim olduğuna inandıkları ifade edilmiştir. Bazı öğrencilerin ise su içerisinde KCl atıldığında, KCl ve su molekülleri arasındaki etkileşimden dolayı yeni bir bileşik oluşacağına dair bir yanılığya sahip oldukları sonucuna ulaşmıştır ($KCl_{(s)} + H_2O_{(aq)} \rightarrow KOH_{(aq)} + HCl_{(aq)}$). Benzer şekilde Ebenezer ve Erickson (1996) öğrencilerin şekerli su çözeltisini, çözünenin kimyasal bir dönüşümü olarak düşündüklerini bulmuştur. Ayrıca NaCl çözeltisinde; çözünen maddenin en dibe çöktüğü rastlanan kavram yanılığlarından (Türk ve ark., 2014).

Çözeltiler ile ilgili çalışmalarda kullanılan bir diğer çözelti de şekerli su çözeltisidir. şekerli su ile ilgili kavram yanılığları; şeker suyun içindeki hava boşluklarını doldurduğu (alık ve ark., 2006), su ve şekerin reaksiyona girerek şekerin eridiği (Ebenezer & Erickson, 1996) ve şekerin eriyip yok olduğu (Boyras ve ark., 2016), şekerin su içinde eridiği (Demirbaş ve ark., 2011; Derman & Eilks, 2016; şen & Yılmaz, 2012; Türk ve ark., 2014), şekerin iyonik özündüğu (Türk ve ark., 2014), şekerin kaybolduğu (Demirbaş ve ark., 2011;

Mitchell, 2018), şekerin suya dönüştüğü (Taylor & Coll, 1997), şeker molekülleri arasındaki boşlukların su molekülleri tarafından doldurulduğu için şekerin kütlesinin azalacağı (Şen & Yılmaz, 2012) gibi kavram yanlışları tespit edilmiştir. Benzer bir şekilde Demirbaş ve ark. (2011) yaptığı çalışmada çözünme esnasında kütle kaybının yaşandığını rapor etmiştir. Kalın ve Arıklı (2010) ise çözünme sırasında şekerin çözünmediği, suyun sadece şeker molekülleri arasındaki boşluğa girdiği gibi kavram yanlışlarına rastlanmıştır.

Yapılan çalışmalar çözeltilerin elektrik iletkenliğine yönelik olarak da çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermiştir. Örneğin bazı öğrenciler bütün çözeltilerin elektrik akımını iletebileceğine inanırken (Bilgin ve ark., 2014; Çalık, 2005; Demirbaş ve ark., 2011), bazıları tuzun elektriği iletme özelliği varken şeker iyonlarının iletkenlik özelliği olmadığı için elektriği iletmediğine inanmaktadır (Çalık, 2005). Demirbaş ve ark., (2011) tarafından yapılan bir çalışmaya katılanların tuzlu suyun elektriği iletmediğine şekerli suyun elektriği iletmediğine inandıkları belirlenmiştir. Coştu, Ayas, Açıkkar ve Çalık (2007) yaptığı çalışmada ise, katılımcıların bir kısmının şekerin su içerisinde iyonlaştığından dolayı elektriği iletmediğine inandıklarını bulurken, bir kısmının ise tuz ve şeker iyonlarının farklı olması nedeniyle elektrik iletkenliklerinin farklı olduğuna inandıklarını ortaya çıkarmıştır.

Yapılan çalışmalar öğrencilerin doymamış, doymuş ve aşırı doymuş çözeltiler ile ilgili çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduklarını da ortaya koymuştur. Örneğin çözünmemiş çözünen içeren bir çözeltinin aşırı doymuş bir çözelti olduğu inancı öğrenciler arasında yaygındır (Derman & Eilks, 2016; Pınarbaşı & Canpolat, 2003). Krause ve Tasooji (2007) tarafından yapılan çalışmadaki en yaygın kavram yanlışlığı aşırı doymuş bir çözeltinin hem sıvı hem de katı faz içereceği yönündeki inanıştır. Bununla birlikte bir çözeltinin dibinde katı varsa çözeltinin doymamış çözelti olduğu çünkü hala çözünmeyen çözünen içerdiği düşüncesi Krause ve Tasooji (2007) tarafından yapılan çalışmada belirlenmiş bir diğer kavram yanlışlığıdır. Ayrıca dibinde katısı olan çözeltide, fazla katı olduğu ve su ile karışmadığı için

aşırı doymuş olması algısına rastlanmıştır. Adadan ve Savaşçı (2012) tarafından yapılan çalışmaya katılan 16-17 yaş grubu öğrencilerin, doymuş tuz çözeltisinin hacminin buharlaşma sonucu orijinal hacminin yarısına düşmesi ve birim hacimdeki çözünmüş tuzdaki bir artıştan dolayı bir miktar tuzun çökmesi halinde aşırı doymuş çözeltinin oluşacağı yönünde bir inanişaya sahip oldukları saptanmıştır. Ayrıca Sağır ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada bir öğretmen adayı ile yapılan mülakatta öğretmen adayının tuz atıldığında çökme oluyorsa bu çözeltinin aşırı doymuş çözelti olduğuna inandığı bulunmuştur.

Çözeltilerin koligatif özellikleri öğrencilerin anlamakta zorluk yaşadıkları ve çeşitli kavram yanılgılarına sahip oldukları bir diğer alt konudur (Pınarbaşı ve ark., 2009). Örneğin, Azizoğlu, Alkan ve Geban (2006) tarafından yapılan çalışmaya katılan öğrencilerin bazıları, suda çözünmüş NaCl'nin su moleküllerinin buharlaştırmasını zorlaştıran moleküller arası etkileşimleri arttırdığına ve bu nedenle de buhar basıncını düşürdüğüne inanmaktadır. Benzer şekilde, başka bir çalışmaya dahil olan öğrencilerden biri ile yapılan mülakatta öğrencinin çözünen taneciklerinin çözücü taneciklerini tuttuğu için çözeltiden uzaklaşmasını engellediğini ve bu nedenle çözeltinin buhar basıncının saf çözücünün buhar basıncından düşük olduğuna inandığı belirlenmiştir (Pınarbaşı & Canpolat, 2003). Bunların aksine bazı öğrenciler suda çözünmüş NaCl moleküllerinin su molekülleri arasındaki çekim kuvvetlerini zayıflattığı için daha çok suyun buharlaştığını ve bunun da buhar basıncındaki artış ile sonuçlandığını ifade etmişlerdir (Azizoğlu ve ark., 2006). Benzer şekilde, diğer taraftan tuz iyonları ile su molekülleri arasındaki etkileşimden dolayı suyun buharlaşmasının zor olabileceği ve kaynama noktasının bu yüzden arttığı, tuzlu su çözeltisinde suyun donma noktasının da yine aynı nedenden dolayı sudan daha düşük olduğu inanişaları Pınarbaşı ve ark. (2009) tarafından yapılan bir başka çalışmada saptanmıştır. Coştu ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada öğrencilerin çözeltinin kaynama noktasının sıvının içerdiği safsızlığa bağlı olmadığına inandıklarını bulmuştur. Bazı öğrencilerin ise kaynama noktası yükselmesi ve

donma noktası alçalmasının taneciklerin cinsine, büyüklüğüne, yüklü veya yüksüz olmasına bağlı olduğuna inandıkları saptanmıştır. Bu kavram yanlışlarından farklı olarak, tuzlu su ile suyun, donma ve kaynama noktası arasında fark bulunmadığı ve bunun nedeninin ise su içinde çözülmüş tuzun, su gibi sıvı olmasından kaynaklı olduğu kavram yanlışısına ulaşılmıştır (Çalık, 2005). Bununla birlikte, kaynama noktası yükselmesi ve donma noktası alçalmasının yoğunluğa bağlı olduğu ve daha yüksek bir yoğunluğa sahip bir sıvının daha yüksek bir sıcaklıkta kaynayacağı ve daha düşük yoğunluğa sahip bir sıvının donma noktasının daha düşük olacağı inancının öğrencilerde var olduğu belirlenmiştir (Pınarbaşı ve ark. 2009).

Alan yazın incelendiğinde yerli ve yabancı çalışmalarda çözeltiler konusu ile ilgili pek çok kavram yanlışlığı, çeşitli yöntemler kullanılarak tespit edilmiştir. Fakat üç aşamalı tanılayıcı bir testin varlığına rastlanılmamıştır. Bu çalışmanın literatürdeki boşluğu dolduracağına inanılmaktadır.

Problem

Bu çalışmanın temel araştırma problemi “Fen bilgisi öğretmen adayları çözeltiler ile ilgili kavram yanlışlıklarına sahip midir?” olarak belirlenmiştir. Bu araştırma sorusu ile araştırmanın ilk aşaması olarak çözeltiler ile ilgili kavram yanlışlıklarının varlığı incelenmiştir. Araştırma sonucundan ve literatürden elde edilen kavram yanlışlıklarının öncülüğünde geçerli ve güvenilir üç aşamalı tanılayıcı test geliştirilmiştir. Geliştirilen test kullanılarak, fen bilgisi öğretmen adaylarının kavram yanlışlıkları tespit edilmiştir.

Araştırma alt problemleri.

- Çözeltiler Kimyası Tanılayıcı Testi (ÇöKiTaT) geçerli ve güvenilir bir test midir?
- Fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler konusu ile ilgili kavram yanlışlıkları nelerdir?

Hipotez.

- Fen bilgisi öğretmen adayları çözeltiler konusu ile ilgili çeşitli kavram yanlışlarına sahiptir.

Araştırmanın Amacı

Birey, öğrenme ortamına geldiğinde geçmiş bilgi ve tecrübeleriyle birlikte gelmektedir (Duit ve Treagust, 2003). Bireyin sahip olduğu tüm bilgiler öğreneceği yeni bilgilere zemin hazırlamakta ve bilginin zihninde şekillenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Öğrencinin sahip olduğu bilimsel bilginin kendi zihnindeki yapılanmalar içerisinde farklı şekillerde algılanmasıyla kavram yanlışları meydana gelmektedir. Bu nedenle öğrenimin ilk yıllarında oluşan bir kavram yanlışlığı, ilerleyen sınıf düzeylerinde öğrenilen bilgilerin de yanlış temeller üzerine inşa edilmesine yol açacaktır. Gelecek nesillerin bilimde ilerlemesinde rehber olan fen bilgisi öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemek ve ölçmek, bilimsel bilgileri sağlam bireyler yetiştirmek adına bu nedenle önemlidir.

Bu araştırmada, kimyanın temel konularından biri olan çözeltiler kimyası hakkında fen bilgisi öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını tespit etmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda üç aşamalı geçerli ve güvenilir tanılayıcı test geliştirilmiştir. Geliştirilen test ile öğrencilerin kavram yanlışları tespit edilmiştir.

Araştırmanın Önemi

Kavram yanlışları, öğrenme sürecinde yeni bilgilerin doğru ve sağlam temeller üzerine inşa edilmesine engel olmaktadır (Nakhleh, 1992). İlerleyen sınıf düzeylerinde giderek sorun oluşturan yanlış kavramların belirlenmesi eğitimin kalitesi açısından önemlidir.

Günümüze kadar araştırmacılar farklı yaklaşımlar kullanarak öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemeye çalışmışlardır. Bu yaklaşımlardan en yaygın olarak kullanılanlarından biri mülakatlardır (Pınarbaşı & Canpolat, 2003). Mülakatlar araştırmacıya

derinlemesine bir bilgi sunmasına rağmen bazı sınırlılıklar içermektedir. Örneğin, mülakatları yürütmek uzun zaman almaktadır ve bu nedenle genellikle küçük gruplar üzerinde çalışılmaktadır. Bu sebeple mülakatlardan elde edilen verilerin genellenebilirliği oldukça sınırlıdır. Diğer bir yaklaşım doğru-yanlış, çoktan seçmeli ve Likert tipi gibi kapalı uçlu soruların kullanılmasıdır (Groves & Pugh, 1999; Khalid, 2003; Pekel & Özay, 2005). Uygulamanın az zaman alması ve araştırmacılara büyük örneklemelerden veri toplama fırsatı sunması sebepleri nedeniyle çoktan seçmeli sorular kapalı uçlu sorular arasında en yaygın olarak kullanılanlardır. Bununla beraber geleneksel çoktan seçmeli sorular, öğrencilerin kavramsal anlama ve kavram yanılgılarını belirlemede her zaman başarılı olmayabilir. Bu nedenle, daha önceki testlerde saptanan kavram yanılgılarının çeldirici olarak yerleştirildiği iki aşamalı tanılayıcı testler, araştırmacıların ve eğitimcilerin öğrencilerin kavram yanılgılarını kolay bir şekilde tespit etmeleri için geliştirilmiştir (Treagust, 1986). Günümüze kadar çok sayıda araştırmacı farklı alanlardaki öğrencilerin kavram yanılgılarını belirlemek için iki aşamalı testleri kullanmıştır (Adadan & Savaşçı, 2012). Bununla birlikte, iki aşamalı tanılayıcı testler araştırılan konu hakkında öğrencilerin kavramsal anlamaları ve kavram yanılgıları konusunda daha fazla bilgi sunmasına rağmen iki aşamalı tanılayıcı testler bilgisiz öğrenci ile kavram yanılgısına sahip öğrencileri ayırt etme konusunda yetersizdir. Bu nedenle iki aşamalı tanılayıcı testlerin dezavantajlarını ortadan kaldırmayı sağlayacak ek bir aşama önerilmiştir ve böylece üç aşamalı tanılayıcı testler literatüre kazandırılmıştır. Üç aşamalı tanılayıcı testler kavramsal bilgiye sahip öğrenciyi tespit edebildiği gibi, kavram yanılı ve bilgi eksikliğine sahip öğrenci arasındaki ayrımı yapmamıza da olanak sağlamaktadır. Öğrencilerin sahip olduğu bilginin düzeyi hakkında derinlemesine bilgi edinmemizi sağlayan üç aşamalı tanılayıcı testler bu açıdan önemlidir.

İlgili ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde fen alanının farklı konularında geliştirilmiş üç aşamalı testler olmasına rağmen çözeltiler kimyasında geliştirilmiş üç aşamalı

tanılayıcı bir teste rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışma kapsamında geliştirilen bu testin literatürdeki bu boşluğu dolduracağına inanılmaktadır. Ayrıca öğrenim ortamına gelen her nesil, gelişen ve değişen dünyada bir önceki nesille benzer ya da farklı özellikler sergileyebilmektedir. Araştırmacıların aynı düzeyde fakat farklı nesiller üzerinde yaptıkları çalışmalar, değişimdeki farkı veya benzerlikleri ortaya koyabilme açısından önemlidir. Bu nedenle örneklemini üniversite öğrencilerinin oluşturduğu bu çalışma, yeni bir örneklem üzerinde çalışılmasından dolayı, literatüre farklı kavram yanılgıları sunabilme potansiyeline sahiptir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmada geliştirilen üç aşamalı tanılayıcı test, çözeltiler konusu ile sınırlıdır. Test çözünürlük ve çözelti dengesi, çözünürlüğü etkileyen faktörler, çözünme hızını etkileyen faktörler, iletken ve iletken olmayan çözeltiler ve koligatif özellikler olmak üzere alt başlıklar içermektedir. Testteki sorular kavramsal düzeye odaklanmış olup çözeltiler konusu içerisindeki matematiksel hesaplamalar çalışma dışı bırakılmıştır. Araştırmada kullanılan ölçme aracı “Çözeltiler Kimyası Tanılayıcı Testi (ÇöKiTaT)” ile sınırlıdır. Araştırma 2017-2019 yılları arasında örnekleme belirtilen katılımcıları kapsamaktadır.

Bölüm II: Literatür Özeti

Bu bölümde, çözeltiler konusu ile ilgili ulusal ve uluslararası literatürde yer alan kavram yanlışlarını içeren çalışmalara yer verilmiştir. Literatürde yer alan bazı çalışmalara dair örneklem ve veri toplama araçlarına dair bilgiler Ek A' da sunulmuştur.

Adadan ve Savaşçı (2012) çalışmalarında çözelti kimyası ile ilgili iki aşamalı test geliştirmeyi ve geliştirilen testi öğrencilere uygulayarak çözelti kimyası hakkında öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaca yönelik olarak araştırmacılar çözelti ve çözünmenin doğası, katıların çözünürlüğünü etkileyen faktörler, gazların çözünürlüğünü etkileyen faktörler, bir çözünenin çözünürlüğüne ilişkin çözelti türleri, çözeltilerin derişimi, çözeltilerin elektrik iletkenliği başlıkları altında belirlenen kavram yanlışları dikkate alınarak 13 tane iki aşamalı sorudan oluşan geçerli ve güvenilir bir test geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu test 16-17 yaşlarında 756 öğrenciye uygulanmış ve seçilen 42 öğrenci ile mülakat gerçekleştirmiştir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda öğrencilerde 21 farklı bilimsel olmayan kavramın var olduğu saptanmıştır. Bu bilimsel olmayan kavram arasında en kritik olanlar: (a) bir çözelti bir sıvıda (genellikle su) çözünmüş katı bir maddenin homojen karışımıdır (b) belirli bir sıcaklıkta bir çözeltide çözünmüş bir tuzun çözünürlüğü suyun eklenmesi ile birlikte artar (c) basınçtaki bir düşüşle birlikte, bir gazın çözünürlüğü hızlı bir şekilde artar (d) katısı ile dengede olan doymuş bir çözelti aşırı doymuş bir çözelti olarak tanımlamaktadır (e) bir miktar suyun buharlaşması ile birlikte, birim hacimdeki çözünmüş çözünendeki artıştan dolayı doymuş tuz çözeltisi aşırı doymuş tuz çözeltisi haline gelir (f) elektriksel iletkenliğin şiddeti suda çözünmüş maddenin doğası (iyonike karşı moleküler) dikkate alınmaksızın bir çözeltilinin molar konsantrasyonu tarafından belirlenir.

Akgün ve Aydın (2009) erime ve çözünme konusundaki kavram yanlışlarının ve bilgi eksikliklerinin giderilmesinde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı grup çalışmasının etkinliğini

araştırmıştır. Deneysel bir çalışma olarak dizayn edilen bu araştırmada veri toplama aracı olarak erime ve çözünme ile ilgili dört açık uçlu soru ve erime ve çözünme arasındaki fark ile sıcaklığın çözünme üzerine etkisini saptamak için geliştirilmiş çalışma yaprakları kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen veriler, hem kontrol grubu ($n = 25$) hem de deney grubu ($n = 24$) öğrencilerinde çeşitli kavram yanlışlarının var olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda çözünmenin; bir maddenin içinde başka bir maddenin erimesi, bir maddenin başka bir madde içinde atomlarına ayrışması, iki maddenin birbirleri içerisindeki boşlukları doldurması, çözünmenin bir maddenin başka bir madde içinde yok olması olarak tanımlandığı saptanmıştır.

Akgün, Gönen ve Yılmaz (2005) çalışmalarında fen bilgisi öğretmen adaylarının karışımların yapısı ve iletkenliği konusundaki kavram yanlışlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Üçüncü sınıfta öğrenim gören 31 fen bilgisi öğretmene adayına karışımların elektrik iletkenliği konusunda geliştirilen çalışma yaprağı ve yarı yapılandırılmış görüşme formu veri toplama aracı olarak kullanılarak iki aşamalı bir uygulama ile kavram yanlışları tespit edilmiştir. Araştırmacılar tarafından geliştirilen çalışma yaprağı iki bölümden oluşacak şekilde tasarlanmıştır. Çeşitli karışımlardan oluşan deney grubunun yer aldığı birinci bölüm ve daha sonra bu deneyler sırasında meydana gelen olayları sorgulayan 5 açık uçlu soruyu içeren ikinci bölüm katılımcılara yöneltilmiştir. İkinci aşamada ise araştırmacılar, katılımcılar ile mülakatlar yaparak veri toplamıştır. Çalışma sonucunda alkolün organik madde olduğu için akımı iletmediği, alkol suda bir miktar iyonlarına ayrıştığı için elektriği iletmediği, alkolün saf suda bir miktar iyonlarına ayrıştığı için elektriği iletmediği ama normalde akımı iletmediği gibi kavram yanlışlarına rastlanmıştır. Ayrıca çeşme suyu içinden aktığı metal borulardan dolayı iyon içerdiği ve bu nedenle elektrik akımını iletmediği, alkol su içinde moleküler olarak çözündüğü için akımı az iletmediği, tüm karışımlarda elektrik akımı elektronlar üzerinden

gerçekleştiği, çözelti ortamında serbest elektronların varlığı ve bu elektronların kimyasal reaksiyonlara neden olduğu şeklinde kavram yanlışları tespit edilmiştir.

Avcı, Şeşen ve Kırbaşlar (2014) yedinci sınıf öğrencilerinin, bazı kimya kavramlarının anlamalarını belirlemek için yaptıkları çalışmada geçerlik ve güvenilirliği sağlanan 32 çoktan seçmeli soru içeren test geliştirmiştir. Isı ve sıcaklık, saf madde ve karışımlar, maddenin moleküllerinin yapısı, element ve bileşikler, elementler ve sembolleri ve atomun yapısı ile ilgili temel kimya kavramlarını içeren veri toplama aracı 217 yedinci sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Araştırma sonunda öğrencilerin şekerin çay içinde eridiği, şekerin çay ile yeni bir madde oluşturduğu, şekerin su içinde eridiği, şekerin hal değiştirdiği gibi kavram yanlışlarına sahip olduğu görülmüştür.

Akgün (2009) tarafından yapılan araştırmanın amaçlarından biri fen bilgisi öğretmen adaylarının 'çözelti', 'çözünme' ve 'difüzyon' kavramları hakkında sahip oldukları kavram yanlışlarını tespit etmektedir. Araştırmada kavram yanlışlarını belirlemek için veri toplama aracı olarak dört açık uçlu sorudan oluşan kimya kavram testi kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini 40 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmuştur. Çalışma sonunda, sıvı maddenin moleküller arası boşluğunun katı maddedeki boşluktan fazla olduğu ve bu nedenle çözünen katının bu boşlukları doldurduğu, mürekkep damlatılan suyun değişiminin nedeninin mürekkebin suda çözünmesi olduğu, sıcaklığın moleküller arası bağların kopmasına neden olduğu gibi kavram yanlışları tespit etmiştir.

Blanco ve Prieto (1997) yaptıkları çalışmada iki dış faktörün (karıştırma ve sıcaklıktaki artış) bir sıvıda bir katının çözünme sürecini nasıl etkilediği ile ilgili öğrenci algıları üzerinde odaklanmıştır. 12-18 yaş arasındaki 458 öğrenciden su-tuz sistemini üç farklı koşul altında nasıl gördüklerini tanımlamaları ve çizimleri istenmiştir. Bu kapsamda üç farklı kap ve içinde çizilmiş ve içlerinde 100 cm³ su olduğu belirtilmiştir. 100 cm³ su içerisinde maksimum 35 g çözünebilen bir tuzdan her bir kaba 20 g ilave edildiği ve üç farklı koşulda

(A: beklemeye bırakma; B: hızlıca karıştırma; C: tuzu sıcak suya ekleme) tuzun çözünmesi ile ilgili öğrencilere ne düşündükleri sorulmuş ve cevaplarını çizerek açıklamaları istenmiştir. Çalışmalarında sıvı içinde çözünen katıların, çözünürlüğünü etkileyen karıştırma ve sıcaklığın artırılması etkenlerine odaklanmıştır. Çalışmanın örneklemini 12-18 yaşlarındaki 458 öğrenci oluşturmuştur. Araştırmacılar tarafından geliştirilen üç açık uçlu sorudan oluşan veri toplama aracının kullanıldığı çalışmada, öğrencilere yöneltilen sorular cevaplarında çizim ve açıklama yapılması gereken çeşitli alt soruları da içermektedir.

Bilgin, Nas ve Akbulut (2014) yaptıkları çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının çözünürlük konusundaki alternatif kavramlarını belirlemeyi amaçlanmıştır. Tarama yönteminin kullanıldığı çalışmada, 134 fen bilgisi öğretmen adayına veri toplama aracı olarak bir tane açık uçlu soru yöneltilmiştir. Soruda öğretmen adaylarından, farklı maddelerin farklı çözücülerdeki çözünürlüğü ile ilgili şiir, hikâye veya çizimlerin herhangi birinden yararlanarak konu hakkında bildiklerini yansıtmaları istenmiştir. Veri analizi, araştırmacılar tarafından belirlenen düzeylere göre değerlendirmeler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonunda elde edilen veriler analiz edildiğinde öğrencilerin çözünme yerine erime, çözünüp bitme, yok olma, kaybolma, hapsolme, etkisiz hale getirme gibi terimleri kullandıkları saptanmıştır. Bazı öğrencilerin ise, çözünmenin kimyasal bir değişme olduğuna inandıkları, bazılarının ise bütün çözeltilerin elektrik akımını iletilebileceğini düşündükleri saptanmıştır. Bunun yanında öğretmen adayların bir kısmının maddelerin birbiri içerisinde çözünmeme sebebi olarak birinin diğerine göre hafif olması veya yoğunluklarının farklı olmasını gösterdikleri görülmüştür.

Coştu, Ayas, Açıkkar ve Çalık (2007) çözünürlük konusu ile ilgili öğrencilerin anlama düzeylerini belirlemek için yaptıkları çalışmada, 300 lise öğrencisine 15'i çoktan seçmeli, 5'i açık uçlu olmak üzere toplam 20 sorudan oluşan ve araştırmacılar tarafından geliştirilen bir test uygulamışlardır. Veriler analiz edildiğinde öğrencilerin çözünürlüğe etki eden faktörlerle

ilgili olarak çözücü ve çözünen miktarının ve katı maddenin büyüklüğünün çözünürlüğü etkilediğine, sıcaklığın ise çözünürlüğü etkilemediğine inandıkları belirlenmiştir. Sıvının kaynama sıcaklığına etki eden faktörlerle ilgili olarak ise öğrenciler kaynama sıcaklığının dış basınca, sıvının cinsine ve sıvının içerdiği safsızlığa bağlı olmadığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte öğrenciler kaynama noktası yükselmesi ve donma noktası alçalmasının taneciklerin cinsine, büyüklüğüne, yüklü ya da yüksüz olmasına bağlı olduğunu düşünmektedirler. Açık uçlu sorularda ise çözeltilerin tanımını yapan öğrencilerin önemli bir çoğunluğunun bu kavramı tanımlarken çeşitli yanlış ifadeler kullandıkları tespit edilmiştir. Örneğin, bazı öğrenciler çözeltiliyi yeni bir madde oluşumu olarak düşünürken bazı öğrenciler katı maddenin erimesiyle çözeltilinin oluştuğuna inanmaktadır. Çözünme ile ilgili olarak çözünme sırasında çözünen maddenin, çözücü arasındaki boşlukları doldurduğuna ve çözücü ve çözünen maddeler arasındaki etkileşimin kimyasal olduğuna dair olan inançlar bu çalışmada belirlenen bir diğer kavram yanlışları arasındadır. Açık uçlu soruların bir diğerinde iyonik moleküler çözünme ve tuz-su ve şeker-su çözeltilerinin elektrik iletkenliklerine dair çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Bir öğrenci şekerin su içerisinde iyonlaştığı için elektriği ilettiğini rapor ederken bir başka öğrenci ise tuz, suyla tepkimeye girdiği için elektriklenme olduğunu ifade etmiştir.

Çalık ve Ayas (2003) çalışmalarında çözeltiler ile ilgili bir kavram testi geliştirmiş ve uygulamışlardır. Kavram testi yedi, sekiz, dokuz ve onuncu sınıf öğrencilerinden oluşan 443 öğrenciye uygulanmıştır. Testin kapsam geçerliliği öğretmen ve öğretim üyelerinden oluşan bir panelde irdelenmiştir. Güçlük ve ayırt edicilik indeksleri incelenmiştir. Pearson kareler toplamı hesaplanarak güvenilirlik sağlanmıştır ayrıca testin güvenilirliği için eş formların hazırlanması yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonunda çoktan seçmeli yirmi sorudan oluşan geçerli ve güvenilir çoktan seçmeli kavram testi geliştirilmiştir. Bu çalışmanın devamı niteliğinde olan başka bir çalışmada ise Çalık ve Ayas (2004), 20 öğrencinin çözünme

kavramı hakkındaki anlamalarını derinlemesine incelemek için grup ve bireysel mülakatlar gerçekleştirmiştir. Öğrencilerin çözünme kavramı yerine erime, gözden kaybolma ve yok olma ifadesini kullandıkları belirtilmiştir.

Çalık (2005) çözelti kimyası hakkında sahip olunan kavram yanlışlarını incelemek ve öğrencilerin sınıf düzeyi ve anlama dereceleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla 18 açık uçlu sorudan oluşan iki aşamalı test geliştirmiştir. Hazırlanan testin geçerliğini sağlamak amacıyla bir grup kimyacı ve kimya eğitimcisinden yardım alınmış daha sonra farklı kademelerdeki 40 öğrenci ile pilot çalışma yapılmıştır. Çalışmanın asıl uygulaması yedi, sekiz, dokuz ve onuncu sınıflardan oluşan 441 kişilik bir örnekleme gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda tuzlu ve şekerli suyun elektrik iletkenliği ile ilgili çözelti türüne bağlı olmaksızın tüm çözeltilerin elektriği iletmediği, tuzun elektriği iletme özelliği varken şeker iyonlarının iletkenlik özelliği olmadığı için elektriği iletmediği, şekerin (-1) iyon içermediği için elektriği iletmediği ama suda tuzun iletmediği gibi kavram yanlışlarına rastlanılmıştır. Ayrıca, tuzlu su ile suyun donma ve kaynama noktası arasında fark bulunmadığı ve bunun nedeninin ise su içinde çözülmüş tuzun su gibi sıvı olmasından kaynaklı olduğu kavram yanlışlığına ulaşılmıştır.

Çalık ve Ayas (2005a) tarafından dizayn edilen çalışma üç amaca hizmet etmektedir: (1) öğrencilerin 'çözünen', 'çözücü' ve 'çözelti' terimleri hakkındaki kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak (2) öğrencilerin önceki bilgilerinin kavram yanlışlarını nasıl etkilediklerini anlamak (3) öğrencilerin kendi bilgileri ile günlük yaşamdaki kimya arasında bir bağlantı kurup kuramadıklarını belirlemek. Bu amaçlara yönelik olarak geliştirilen ve 18 açık uçlu sorudan oluşan test, farklı sınıf seviyelerindeki 441 öğrenciye uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi, öğrencilerin çözünen, çözücü ve çözelti terimlerini kullanırken ve tanımlarken zorluk yaşadıklarını ve bu kavramlara ilişkin çok sayıda kavram yanlışlığına sahip olduklarını göstermiştir. Farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin çözünen, çözücü ve çözelti

terimlerine ilişkin algılarının araştırıldığı bu çalışmada, alt sınıf seviyesindeki öğrencilerin çözücü ve çözünen terimlerini birbirinden ayırmada başarısız oldukları belirlenmiştir. Bazı öğrencilerin ise çözünme süreci boyunca çözücünün aktif rol, çözünenin ise pasif rol üstlendiğine dair bir algıya sahip oldukları saptanmıştır. Ayrıca elde edilen verilerden öğrencilerin kendi bilgilerini günlük yaşamla ilişkilendirmede zorluk yaşadıkları sonucuna da ulaşılmıştır.

Çalık ve Ayas (2005b) çalışmalarında farklı karışım örnekleri üzerinden kütlelin korunumu, karıştırmanın çözünmeye etkisi, çözünme ve fiziksel değişim arasındaki ilişki başlıklarında çözeltiler kavramı ile ilgili öğrencilerin anlamalarını incelemiştir. 7.-10. sınıf öğrencilerinden oluşan 441 öğrenci arasından seçilen 20 öğrenci ile görüşmeler yapmışlardır. Grup ve bireysel olarak yapılan mülakatlarda çeşitli kavram yanlışlarının varlığı tespit edilmiştir. Araştırma sonunda, çözeltilerle ilgili olarak yeni bir madde oluştuğu, hal değişmesi veya kimyasal bir reaksiyon gerçekleştiği, çözünenin çözücü arasındaki boşlukları doldurduğu, çözünme ve erimenin aynı kavramlar olduğu, karıştırılan bir çözeltilerde erimenin artacağı ve daha fazla maddenin eriyeceği gibi yanlış düşünceler tespit edilmiştir.

Çalık, Ayas ve Ebenezer (2005) çalışmalarında öğrencilerin çözeltiler kimyası ile ilgili algılarını değerlendirmek için son yirmi yıldaki çözeltiler kimyası ile ilgili yapılan çalışmaları incelemeyi amaçlanmıştır. Çalışmada, incelenen makaleler araştırma sorularına dayanarak araştırmacılar tarafından geliştirilen bir matrisle göre farklı başlıklar açısından değerlendirilmiştir. Öğrencilerin kavramlarını belirlemek için kullanılan araştırma yöntemleri ve öğrencilerin yaygın kavramları ve zorlukları bu başlıklardan ikisidir. Bu iki başlığa göre yapılan değerlendirmelerde öğrencilerin sahip olduğu çeşitli kavram yanlışları başlıklar halinde sunulmuştur. Diğer başlığa göre yapılan değerlendirme sonuçlarına göre görüşme, açık uçlu sorular, çoktan seçmeli sorular, serbest yazım ve çizim gibi yöntemlerle veri

toplandığı görülmüştür. Fakat çözeltiler ile ilgili incelenen makaleler arasında iki aşamalı ya da üç aşamalı tanılayıcı testlerin yer almadığı dikkat çekmektedir.

Demir, Kızılay ve Bektaş (2016) yaptıkları çalışmada çözeltiler konusu ile ilgili geçerli ve güvenilir bir başarı testi geliştirmeyi amaçlamışlardır. Yedinci sınıf öğrencilerinden oluşan 100 kişilik bir örnekleme uygulanmıştır. Nicel araştırma yöntemlerinden tarama deseni kullanılan çalışmada ilk olarak öğretim programı ve alan yazın incelenmiş, kazanımlar ve çeşitli kaynaklardan derlenen çoktan seçmeli öğrenim seviyesine uygun sorular revize edilmiş ve kapsam geçerliği için belirtke tablosu hazırlanmıştır. Hazırlanan sorular ve kazanımların uyumluluğu için uzman görüşü alınmıştır. Başarı testinin ölçüt geçerliliği özdeş özellikleri taşıyan bir test ile pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Yapı geçerliliği için açımlayıcı faktör analizi kullanan araştırmacılar güvenilirlik için Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısını hesaplamışlardır. Her bir soru için ve testin toplam güçlük ve ayırt edicilik indeksleri hesaplanmıştır. Testin faktör yüklerinin hesaplanmasından sonra testin çözünme ve çözelti kavramlarından oluşan iki faktör altında toplandığı görülmüştür. Testin sonunda geçerli ve güvenilir 20 sorudan oluşan çözelti başarı testi elde edilmiştir.

Ebenezer ve Erickson (1996) nitel araştırma deseni kullandıkları ve fenomenoloji çalışması yaptıkları çalışmalarında, öğrencilerin çözünürlük kavramı algısını anlamak amacıyla mülakatlar yapmıştır. Mülakatlarda kullanılacak görüşme sorularının geçerlik ve güvenilirliği 12-15 yaşlarındaki iki öğrenci, ilköğretim öğretmen adaylarından 10 kişi ve on birinci sınıfta okuyan 9 öğrenci ile gerçekleştirilen pilot çalışma ile sağlanmıştır. Çalışmanın örneklemini on üçüncü sınıfta okuyan 11 kimya öğrencisi oluşturmaktadır. Üç farklı çözelti için öğrencilerin verdiği cevaplar analiz edildiğinde cevaplar altı kategori altında toplanmıştır: Katıdan sıvıya fiziksel dönüşüm, çözünenin kimyasal dönüşümü, çözünen yoğunluğu, çözeltide mevcut boşluğun miktarı, çözünen özellikleri ve çözücü partiküllerinin boyutu. Elde edilen veriler öğrencilerin erime ve çözünme kavramlarını sıklıkla karıştırdıklarını

göstermiştir. Suyu şeker eklendiğinde, kimyasal bir reaksiyonun veya kombinasyonun gerçekleştiğine olan inanç bu çalışmada belirlenen bir diğer kavram yanılığdır. Bazı öğrencilerin ise çözünmenin sudaki hava moleküllerinin yerini işgal ettiğine inandıkları saptanmıştır. Bazı öğrenciler tarafından ise iki madde arasındaki yoğunluk farkı tuzun kabın dibine çökmesi ya da farklı sıvıların kombine olmamasının nedeni olarak gösterilmiştir. Öğrencilerin bazıları ise çözünme ortamında yeterli boşluk olmadığından dolayı iki maddenin çözünmediğini kabul etmektedir. Bir diğer yanılığ ise çözünmenin meydana gelebilmesi için çözünen taneciklerin yeteri kadar küçük olması gerektiğine olan inançtır. Son olarak, öğrencilerin bazıları bir maddenin başka madde içinde çözünmesi için belirli özelliklere sahip olması gerektiğini ifade etmiştir ancak bu özelliklerin bazı örneklerde çok muğlak olduğu belirlenmiştir.

Goodwin (2002) yaptığı çalışmada ilköğretim öğretmenlerine şeker ve tuzun çözünmesini kastederek erime kavramını irdelemiştir. Çalışmada erime ve çözünme kavramlarının karıştırılarak birbirini yerine kullanıldığı ve yüksek sıcaklıkta gerçekleşen tepkimenin erime olduğu algısının varlığı gibi kavram yanılığları tespit edilmiştir.

Kalın ve Arıkıl (2010) çalışmalarında üniversite öğrencilerinin çözeltiler konusundaki kavram yanılığlarını ve çözünme olayını tanecik boyutunda öğrenciler tarafından nasıl tanımlandığını belirlemeye çalışmıştır. Çalışmanın örneklemini çeşitli bölümlerde okuyan 416 öğretmen adayı oluşturmuştur. Araştırmacılar tarafından geliştirilen üç açık uçlu sorudan oluşan anket veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Araştırmacılar ayrıca 43 katılımcı ile beş sorudan oluşan görüşme soruları ile yarı yapılandırılmış şekilde mülakatlar gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda bazı öğrencilerin çözünme ile erimeyi aynı kavramlar olarak kullandığı, çözünme sırasında şekerin çözünmediği, suyun sadece şeker molekülleri arasındaki boşluğa girdiği gibi kavram yanılığlarına rastlanmıştır.

Karslı ve Ayas (2013) yaptıkları çalışmada veri toplama aracı olarak 38 sorudan oluşan iki aşamalı kavram testi kullanmıştır. Test buharlaşma ve kaynama, reaksiyon hızına etki eden faktörler, asit baz nötrleşme reaksiyonları, çözünme ve çözünürlüğe etki eden faktörler, gaz yasaları ve elektrokimyasal piller konularını içermektedir. 97 sınıf öğretmeni adayı ile gerçekleştirilen çalışmada öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda; maddenin çözünürlüğünün, çözücü veya çözünen maddelerin miktarına bağlı olduğu, çözünme sonrasında yeni bir bileşik oluştuğu, NaCl moleküllerinin suyun içinde rastgele dağınık halde bulunduğu, tuzun su içerisinde çözünerek yeni bir bileşik oluşturduğu, tuzun çözünme sırasında iyonlarına ayrışmadan çözüldüğü, sıcaklığın gazların çözünürlüğünü arttırdığı ve sadece gazların çözünürlüğünün sıcaklıkla doğru orantılı etkilendiği, katı ve sıvıların çözünürlüğünün sıcaklıktan etkilenmediği, buhar basıncı ile gazların çözünürlüğünün doğru orantılı olduğu, karıştırma ve ufalamanın hem çözünürlüğü hem de çözünme hızını arttırdığı kavram yanlışlarına ulaşılmıştır.

Krause ve Tasooji (2007) çalışmalarında çözeltiler ile ilgili üç sorudan oluşan iki aşamalı bir test geliştirmiştir. Geliştirilen testi 40 üniversite öğrencisine uygulayan araştırmacılar, faz diyagramları kullanarak öğrencilerin çözelti davranışları ile ilgili kavramsal bilgilerinin nasıl değişeceğini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda kabın dibinde çözünmeyen katı olduğundan dolayı, çözeltinin doymamış olduğu; kabın dibinde katı bulunduğu için çözeltinin aşırı doymuş olduğu kavram yanlışlarına rastlanmıştır. Eğer bir öğrenci doymuş çözeltinin özelliklerini tam olarak bilmiyorsa, kaptaki suyun buharlaşması ile ya da çözünen madde eklenmesi ile çözelti konsantrasyonunun artacağı kavram yanlışısına sahip olabileceği vurgulanmıştır.

Krause ve Isaacs-Sodeye (2013) çalışmalarında görsel temelli eğitim araçlarının çözeltiler, çözünürlük ve doymuşluk ile ilgili kavram yanlışları üzerinde etkisini araştırmıştır. Araştırmada farklı alanlardaki 38 üniversite öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada özellikle öğrenciler tarafından aşırı doymuş çözelti ile doymuş çözelti ayrımının yapılmadığı belirtilmiştir.

Krnel, Watson ve Glazar (1998) çalışmalarında, öğrenciler tarafından maddenin sınıflandırılması ve bu sınıflandırmadaki zihinsel yapıları incelemeye çalışmıştır. Birçok araştırmanın derlemesinden oluşan çalışmada, öğrencilere erime kavramı sorulduğunda genellikle çözünme ve suya dönüşme olarak cevap verdikleri, çocukların mikroskobik düzeyi kastederek makroskobik anlatımlar yaptıkları, öğrencilerin makro seviyedeki inançlarından biri, şeker suda çözündüğünde şekerin buharlaştığı ya da gözden kaybolduğu inancının varlığı ve çözünmeyi, çözünenin gözden kaybolması olarak da tanımlandığı gibi kavram yanılgılarına rastlanmıştır.

Konur ve Ayas (2008) sınıf öğretmeni adaylarının bileşik, molekül, element, saf madde, atom, kimyasal ve fiziksel olay, karışım, çözelti, çözünürlük gibi temel kimya kavramları ile ilgili anlamalarını araştırmıştır. Çalışmada araştırmacılar tarafından geliştirilen 14 çoktan seçmeli soru ve soruların nedenlerinin sorgulamak için kullanılan boşluk veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Veri toplama aracı 135 öğrenciye uygulanmış ve ek olarak 15 öğrenci ile de mülakat yapılmıştır. Araştırma sonunda öğrencilerin çözeltiler ile ilgili çeşitli kavram yanılgılarına sahip oldukları ortaya konmuştur. Araştırmada a) gazların çözünürlüğünün sıcaklıkla artacağı ya da değişmeyeceği b) bütün çözeltilerin homojen olmadığı c) gazların sıvılarda çözünemeyeceği kavram yanılgıları saptanmıştır.

Mulford ve Robinson (2002), çalışmalarında 22 sorudan oluşan iki aşamalı bir test geliştirmiştir. 1418 birinci sınıf üniversite öğrencisine uygulanan testte, maddenin doğası, atomun özellikleri, bağlar, gazlar, sıvılar ve çözeltiler, ısı ve sıcaklık, faz değişimleri gibi kimyanın temel konuları hakkında sorular içermektedir. Çalışmada öğrencilerin doygun bir çözeltinin derişim davranışını anlayamadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Başka bir ifadeyle,

öğrencilerin doymuş bir çözeltideki suyun buharlaşması ile çözünürlüğün artacağı ya da azalacağına inandıkları belirlenmiştir.

Özden (2009) yürüttüğü çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının çözelti kimyası ve onunla ilişkili kavramları nasıl kavradıklarını belirlemeyi ve karakterize etmeyi amaçlamıştır. Bu amaca yönelik olarak araştırmacı tarafından geliştirilen açık uçlu soruları içeren veri toplama aracı 30 katılımcıya uygulanmış ve daha sonra örneklemden seçilen beş öğretmen adayı ile mülakat yapılmıştır. Elde edilen verilerin analizi öğretmen adaylarının özellikle çözeltilerin elektrik iletkenliği, kaynama noktası yükselmesi ve çözünme sürecinin karakteristikleri konusunda iyi bir kavramsal anlayışa sahip olduklarını göstermiştir. Diğer taraftan, öğretmen adaylarının çözünme hızını etkileyen sıcaklık faktörü kavramı, çözeltilerin sınıflandırılması, çözeltilerin özellikleri, çözünme ve erime arasındaki fark ile ilgili olarak zayıf bir kavramsal anlayışa sahip oldukları ortaya konulmuştur. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının çözünmenin erime olduğu, doymuş çözeltinin her zaman derişik doymamış çözeltinin ise her zaman seyreltik olduğu, çözünürlük oranının sıcaklık ile ters orantılı olduğu şeklinde kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Dahası sonuçlar çoğu öğretmen adayının çözeltiler kimyası ile ilgili kavramları çok iyi öğrenmediklerini göstermiştir.

Pınarbaşı ve Canpolat (2003) çözelti kimyasındaki bazı kavramların öğrenciler tarafından anlaşılma düzeylerini incelemişlerdir. Çözeltiler konusundaki doymuş, doymamış, aşırı doymuş çözelti kavramları, çözeltilerin fiziksel özellikleri ve gazların çözünürlüğü kavramları üzerinde dört adet çoktan seçmeli soru geliştirmişlerdir. Bu sorular, genel kimya II dersi alan 107 üniversite öğrencisine uygulanmıştır. Dokuz öğrenci ile de mülakat gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonucunda bazı öğrencilerin çözünmemiş bir çözünen içeren bir çözeltinin aşırı doymuş bir çözelti olduğuna inandıkları saptanmıştır. Diğer taraftan “çözünmemiş katı çözeltinin bir bileşenidir” kavram yanlışlığı öğrencilerin sahip olduğu bir

diğer kavram yanılığsıdır. Diğer taraftan bazı öğrencilerin, çözücü ve çözünen tanecikleri arasındaki çekim kuvvetlerinden dolayı bir çözeltilinin buhar basıncının saf çözücünün buhar basıncından düşük olduğuna inandığı tespit edilmiştir. Bir çözücüde çözünmüş gaz miktarının çözelti üzerindeki gazların toplam basıncı ile orantılı olduğu inancı bazı öğrencilerde tespit edilen bir diğer kavram yanılığsıdır. Bu çalışmada saptanan bir diğer kavram yanılığsı ise atmosfer basıncında kaynayan sıvıların farklı buhar basıncına sahip olduklarına dair inanıştır.

Pınarbaşı, Sözbilir ve Canpolat (2009) kimya öğretmen adaylarının kaynama noktası yükselmesi ve donma noktası alçalması gibi koligatif özellikler hakkındaki kavram yanılığlarını belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla araştırmacılar, geliştirdikleri dört açık uçlu sorudan oluşan tanılayıcı testi veri toplama aracı olarak kullanarak 78 kimya öğretmen adayına uygulamıştır. Çalışma sonucunda dokuz farklı kavram yanılığsına ulaşılmıştır. Tespit edilen en yaygın kavram yanılığlarından biri, kaynama noktası yükselmesi ve donma noktası alçalmasının su ve tuz tanecikleri arasındaki etkileşimden dolayı meydana geldiğine dair olan inanıştır. Bazı öğrencilerin ise tuzun kaynama noktasının suyun kaynama noktasından yüksek olmasından dolayı tuzlu su çözeltilisinin kaynama noktasının suyun kaynama noktasından yüksek olduğuna inandıkları tespit edilmiştir. Bir diğer en sık karşılaşılan kavram yanılığsı ise, ısının bir kısmı tuz için harcanacağından dolayı kaynama noktasının giderek artacağına dair olan inanıştır. Sonuç olarak, bu çalışma kimya öğretmen adaylarının koligatif özelliklerin doğası hakkında önemli kavram yanılığlarına sahip olduklarını ortaya koymuştur.

Sağır, Tekin ve Karamustafaoğlu (2012) maddenin yapısı, çözünme ve çözeltiler, fiziksel ve kimyasal değişim, tepkime türleri ile ilgili kavramlarda sınıf öğretmeni adaylarının anlama ve kavramları açıklama düzeylerini incelemiştir. Araştırmanın örneklemini 193 sınıf öğretmeni adayı oluşturmuştur. Araştırmacılar tarafından geliştirilen veri toplama aracı, konu ile ilgili açık uçlu ve çoktan seçmeli sorulardan oluşan başarı testidir. Test başarısı hesaplanan katılımcılar arasından düşük, yüksek ve orta seviyede puana sahip sekiz öğretmen adayı ile

yarı yapılandırılmış mülakat gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda tuzun elementlerine ayrıldığı için suda çözünmesinin kimyasal bir olay olduğu kavram yanlışlığına rastlanmıştır. Mülakatlar sırasında elde edilen bulgularda, çözünme olayı gözle görülemeyecek kadar küçük parçalara ayrılma, birbiri içinde kaybolma gibi ifadeler yer almaktadır. Çalışmada tuzlu su çözeltisine tuz atıldığında çökeliyorsa ve görebiliyorsak aşırı doymuş, tuz ve su miktarı birbirine eşitse doymuş çözelti olduğu gibi yanlış ifadeler tespit edilmiştir.

Şen ve Yılmaz (2012) yaptıkları çalışmada, erime ve çözünme konusunda öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak ve bu kavram yanlışlarını ontolojik kategoriler temelinde incelemeyi amaçlanmıştır. 25 öğretmen adayı ile gerçekleştirilen çalışmada araştırmacılar tarafından geliştirilen beş açık uçlu soru ve bilimsel düşünme yetenekleri testi kullanılmıştır. Çalışmada, tuzun su içinde eridiği ve gözden kaybolduğu, şeker moleküllerinin katı halden sıvı hale geçtiği, şeker molekülleri arasındaki boşlukların su molekülleri tarafından doldurulduğu için şekerin kütlesinin azalacağı, çözünmenin bir maddenin içinde başka bir maddenin iyonlarına ayrışması olarak tanımlanması gibi kavram yanlışları tespit edilmiştir.

Tosun ve Taşkesenligil (2011) çalışmalarında, çözeltiler ve fiziksel özellikleri ile ilgili kavram yanlışlarını içeren bir başarı testi geliştirmeyi amaçlamışlardır. Test, Bloom taksonomisinde revize edilmiş bilişsel alan öğrenme seviyelerine uygun olarak geliştirilmek için uzman görüşüne başvurulmuştur. Çalışma 160 kimya ve fen bilgisi öğretmeninden oluşan örnekleminde uygulanmıştır. Pilot çalışmanın yapılmasının ardından 31 soruluk çoktan seçmeli, kısa cevaplı, yazılı yoklama ve doğru yanlış soru tiplerinden oluşan bir test geliştirilmiştir. Testin geçerlik güvenirlik çalışması için ayırt edicilik indeksi, güçlük indeksi ve KR 20 değeri hesaplanmıştır. Bilişsel seviyesi yüksek sorular yöneltilen öğrenciler çok yönlü düşünürken, bilişsel seviyesi düşük olan sorularla karşılaşan öğrenciler daha sığ

düşünmeye itileceğinden bahseden araştırmacılar testte öğrencilerin daha üst düzeyde düşünme becerilerini tetikleyecek sorulara yer verdiklerini belirtmişlerdir.

Türk, Akkuş ve Tüzün (2014) fen bilgisi öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada yarı yapılandırılmış mülakatlar, çizim ve açıklama yaptıran çalışma yaprakları kullanarak öğrencilerin iyonik ve moleküler çözünme hakkındaki düşüncelerini araştırmışlardır. 107 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirilen çalışmada tuzun moleküler çözündüğü, tuzlu su çözeltisinde çözünen maddenin en dibe çöktüğü, tuz çözündüğünde HCl ve NaOH oluştuğu, tuzun su içinde eridiği kavram yanlışlarına ulaşılmıştır. Ayrıca şekerin iyonik çözündüğü, şekerin suda eridiği, şekerin iyonlarına ayrılmadığı için suda çözünmediği gibi kavram yanlışlarına rastlanmıştır.

Valanides (2000) yaptığı çalışmada tuz ve şeker suda çözündüğünde ve alkol su ile karıştığında maddelerin özelliklerinde makroskopik ve mikroskopik düzeyde meydana gelen değişimleri öğretmen adaylarının gözünden belirlemeye çalışmıştır. Çalışma 20 öğretmen adayı ile yüz yüze gerçekleştirilen mülakatlarla yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak çözeltilerin mikroskopik ve makroskopik özelliklerinin irdelendiği iki bölümden oluşan açık uçlu sorular kullanılmıştır. Çalışma sonucunda bazı öğretmen adaylarının tuzlu su ve şekerli su çözeltilerinde tuz ve şekerin sudan daha ağır olduğu için dibe battığına inandıkları belirlenmiştir. Literatürdeki benzer çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da erime ve çözünme kavramlarının birbiri ile karıştırıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca çözünmüş tuz ve şeker üzerinde sıcaklığın etkisi incelendiğinde ise bazı öğretmen adaylarının çözeltideki suyun şeker ve tuz buharı içerdiğini bu yüzden de su buharlaştığında kabın dibindeki katı miktarının azalacağına inandıkları tespit edilmiştir. Bunların yanında su ve tuz taneciklerinin çok küçük ve gözle görünmeyen atom ya da molekül gibi taneciklere ayrıldığı, çözelti oluşumunun kimyasal değişim olduğu ve yeni bir madde oluşturduğu, çözeltinin heterojen yapıda olduğu bu çalışmada ortaya çıkarılan diğer kavram yanlışlarıdır.

Bölüm III: Yöntem

Bu bölümde araştırmanın modelinden, verilerin toplandığı örneklemeden ve verilerin analizinden kullanılan veri toplama aracının geçerlik ve güvenirlik analizlerinden, alt başlıklar halinde bahsedilmiştir.

Araştırma Modeli

Bu çalışmada tarama (survey) yöntemi kullanılmıştır. İnsanların tutumlarını, inançlarını, değerlerini, alışkanlıklarını ve çeşitli konularla ilgili düşüncelerini ortaya koymaya hizmet eden tarama yöntemi, çok yönlülük (versatility), etkililik (efficiency) ve genelleştirilebilirlik (generalizability) olmak üzere üç ana nedenden dolayı eğitimde sıklıkla kullanılmaktadır (McMillian & Schumacher, 2006, s. 233).

Örneklem

Araştırmanın verileri erişilebilirlik ve amaca uygunluk temellerine dayalı olarak bir grup katılımcının seçildiği uygun örnekleme yöntemi benimsenerek (Büyüköztürk, 2009; McMillan & Schumacher, 2006) 2018-2019 Eğitim-Öğretim yılı güz döneminde Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde öğrenim görmekte olan yaşları 17 ile 34 (yaş ortalaması 20,1) arasında değişen birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıfta öğrenim görmekte olan 110 kadın (%73,3), 40 erkek (%26,7) olmak üzere 150 fen bilgisi öğretmen adayından toplanmıştır. Katılımcıların demografik özellikleri *Tablo 1*'de yüzde ve frekans olarak sunulmuştur.

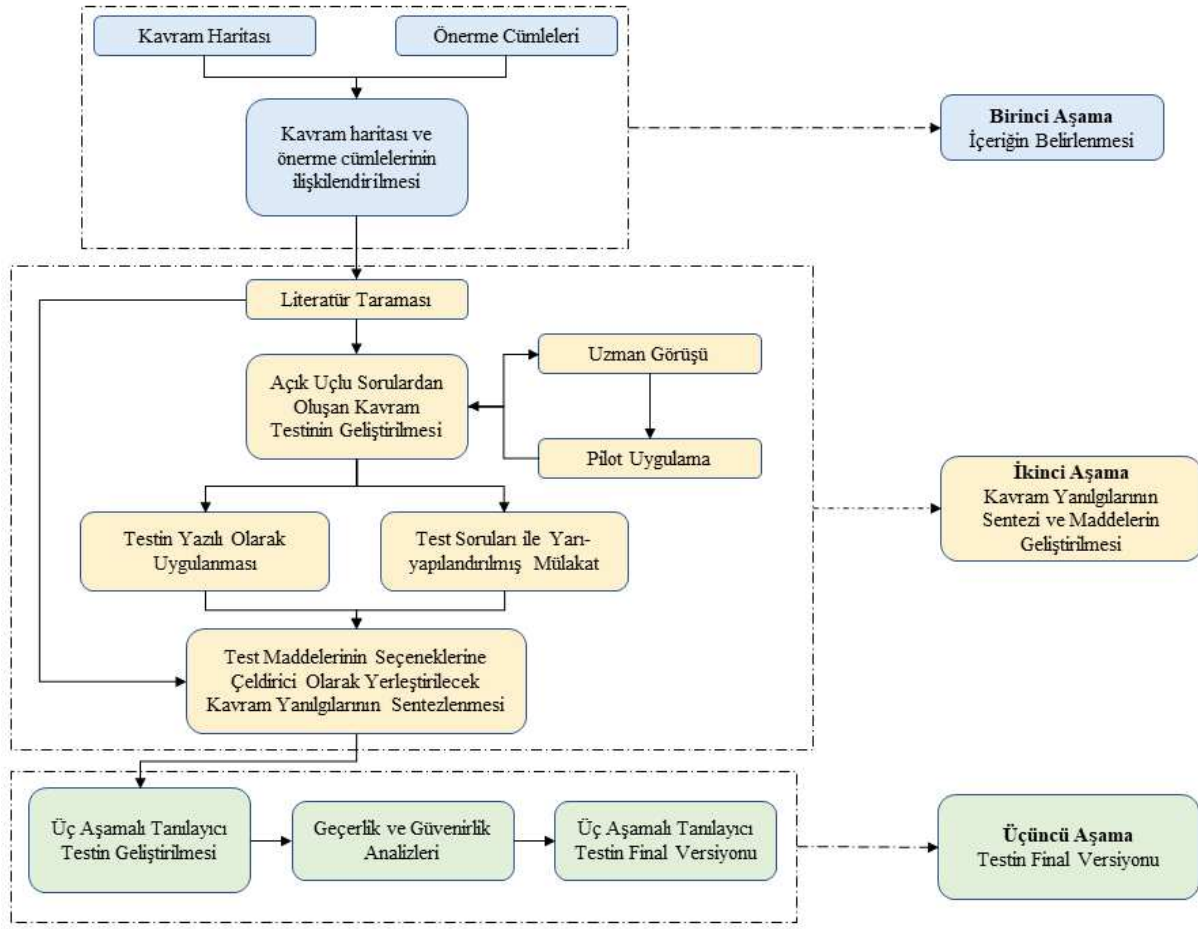
Tablo 1

Öğretmen Adaylarının Demografik Özellikleri

| | | Frekans (f) | Yüzde (%) |
|--------------|----------------|-------------|------------|
| Cinsiyet | Kadın | 110 | 73,3 |
| | Erkek | 40 | 26,7 |
| Sınıf Düzeyi | Birinci Sınıf | 44 | 29,3 |
| | İkinci Sınıf | 39 | 26,0 |
| | Üçüncü Sınıf | 34 | 22,7 |
| | Dördüncü Sınıf | 33 | 22,0 |
| | <i>Toplam</i> | <i>150</i> | <i>100</i> |

Veri Toplama Aracı

Bu araştırmada üniversite öğrencilerinin çözeltiler kimyası ile ilgili kavram yanlışlarının ortaya çıkarmak için, 17 üç aşamalı sorudan oluşan ve literatürden yararlanılarak araştırmacılar tarafından geliştirilen *Çözeltiler Kimyası Tanılayıcı Testi (ÇöKiTaT)* veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. ÇöKiTaT geliştirilirken takip edilen basamaklar Şekil 2' de sunulmuştur.

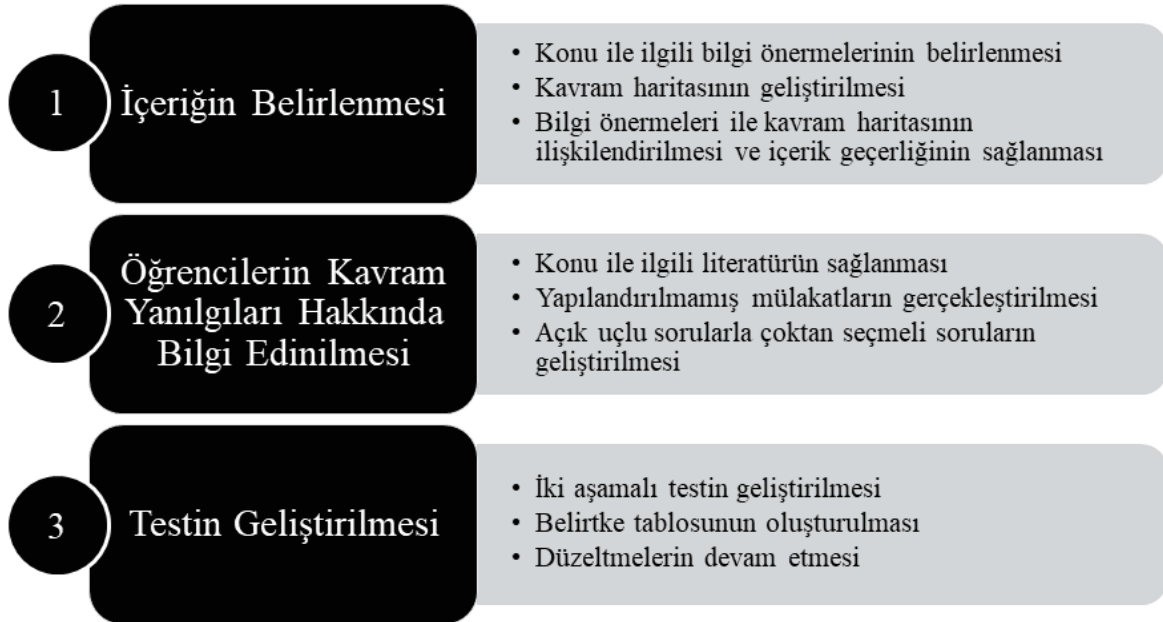


Şekil 2. ÇöKiTaT geliştirilirken izlenen aşamalar.

Çözeltiler kimyası tanılayıcı testinin (ÇöKiTaT) geliştirilmesi.

Çözeltiler Kimyası Tanılayıcı Testi (ÇöKiTaT)'nin geliştirilme aşamasında metodolojik çerçeve olarak Treagust (1988) tarafından tanımlanan prosedür benimsenmiştir (Grafik 2). Bu bağlamda, öncelikle çözeltiler konusuna ilişkin içeriğin belirlenmesi ve kavram sınırlarının çizilmesi için ulusal ve uluslararası çok sayıda Genel Kimya kitabı incelenerek kavram haritası çizilmiştir (Grafik 3) ve kavramlara ait önerme cümleleri yazılmıştır (Tablo 2). Çözeltiler konusu ile ilgili geliştirilen bu kavram haritasında çözünürlük ve çözelti dengesi (ÇÇD), çözünürlüğü etkileyen faktörler (ÇEF), çözünme hızını etkileyen faktörler (ÇHEF), iletken ve iletken olmayan çözeltiler (İİOÇ) ve koligatif özellikler (KÖ) olmak üzere beş temel başlık belirlenmiştir. Her bir başlık ve altında yer alan kavramlar için önerme cümleleri

yazılmış ve kavram haritasıyla ilişkilendirilmiştir. Daha sonra geliştirilen önerme bilgi ifadeleri ve kavram haritası dört uzman (kimyada bir profesör, bir doçent ve bir doktor öğretim üyesi ile kimya eğitiminde bir doktor öğretim üyesi) tarafından incelenmiş ve uzmanlar tarafından verilen öneriler ışığında kavram haritasında ufak revizyonlar yapılmıştır. İçerik geçerliği, doğruluk onayı ve içeriğin uygunluğu uzman mutabakatı üzerine kanıtlanmıştır. Böylece Treagust (1988) tarafından belirtilen ve tanılayıcı testin geliştirilmesindeki ilk aşama olan içeriğin belirlenmesi aşaması tamamlanmıştır. Kavram haritası ve önerme cümlelerinin hazırlanmasıyla birlikte içeriğin sınırları çizilmiştir.



Grafik 2. Treagust (1988) iki aşamalı testin geliştirme aşamaları.

Tablo 2

Önerme Cümleleri

| İçerik Alanı | Önerme Cümleleri | Soru (S) |
|--|---|----------|
| Çözünürlük ve Çözelti Dengesi (ÇÇD) | • Çözelti, çözücü ve çözünen molekülleri arasındaki çekim kuvvetlerinin sonucu olarak bir çözünenin bir çözücünde homojen olarak dağılması ile oluşan bir karışımdır. | S1 |
| | • Çözelti, bir çözünenin bir çözücünde homojen olarak dağılması ile oluşan bir karışımdır.. | S11 |
| | • Çözünürlük, belirli bir basınç ve sıcaklık altında, doymuş çözelti oluşturmak için çözücünün birim başına çözdüğü çözünen miktardır ve çözünürlük, çözücünün miktarındaki değişiklikten etkilenmez. | S14 |
| | • Çözelti miktarını eksiltmek çözeltinin derişiminde değişikliğe neden olmaz. | S8 |
| | • Dibinde çözünenin katısı (çözünmemiş) ile dinamik denge halinde olan bir katı-sıvı çözeltisinin ağızı açık bırakılarak aynı sıcaklıkta bir miktar çözücünün (su) uzaklaştırılması, çözeltideki katı çözünenin (sofra tuzu) konsantrasyonunu değiştirmez | S13 |
| | • Dibinde çözebileceğinden daha az miktarda katı çözünen bulunan çözelti aynı sıcaklıkta yeterli süre bekletildiğinde (buharlaşıma engellenerek) dipteki katının tamamı çözünür | S17 |
| | • Kütlenin korunumu yasasının bir gereği olarak, bir çözeltinin kütlesi, onu oluşturan çözünen ve çözücünün kütleleri toplamına eşittir. | S2 |
| Çözünürlüğü Etkileyen Faktörler (ÇEF) | • Sabit sıcaklıkta ve hacimde bir gazın sıvı içinde çözünürlüğü çözelti yüzeyindeki gazın kısmi basıncıyla doğru orantılıdır. | S9 |
| | • Doygun bir çözeltiye çözünen ilavesi, çözeltinin konsantrasyonunu (derişimini) etkilemez. | S5 |
| Çözünme Hızını Etkileyen Faktörler (ÇHEF) | • Bir çözücü içindeki katı çözünenin çözünme hızı, çözünen maddenin yüzey alanı ile doğru orantılıdır . | S3 |
| | • Sıcak suda, su molekülleri ile çözünen katının yüzeyi arasındaki birim zamandaki etkileşim sayısı soğuk sudakine oranla daha fazla olduğundan dolayı aynı miktardaki küp şeker sıcak suda soğuk sudakine göre daha hızlı çözünür. | S10 |
| İletken ve İletken Olmayan Çözeltiler (İİOÇ) | • İyonik bir çözeltinin derişimi arttıkça elektrik iletkenliği de artar. | S4 |
| | • İyonik bir çözünen kullanılarak hazırlanan doymuş bir çözeltiye aynı iyonik çözünenen ilave edildiğinde daha fazla madde çözünmeyeceği için, çözeltinin derişimi ve dolayısıyla iletkenliği değişmez. | S12 |
| Koligatif Özellikler (KÖ) | • Aynı sıcaklıkta özdeş iki kaptan birinden bulunan şeker-su çözeltisinin birim yüzeyindeki su moleküllerinin sayısı diğer kapta bulunan saf suyun birim yüzeyindeki su moleküllerinin sayısından az olduğu için şeker-su çözeltisinin buhar basıncı, saf çözücünün buhar basıncından düşüktür. | S15 |
| | • Bir sıvının kaynama noktası onun buhar basıncının dış basınca eşit olduğu sıcaklıktır ve bu nedenle aynı ortamda kaynamakta olan saf su ve tuzlu-su çözeltisinin buhar basınçları aynıdır. | S16 |
| | • Çözeltide tuz moleküllerinin varlığından dolayı birim hacimdeki su molekülleri sayısı azaldığı için saf suyun kaynama noktası, tuz-su çözeltisinin kaynama noktasından düşüktür. | S6 |
| | • Çözeltinin birimi hacmindeki su moleküllerinin sayısı azaldığından dolayı tuzlu su çözeltisinin donma noktası saf suyun donma noktasından daha düşüktür. | S7 |

Konuya dair kavramsal sınırların belirlenmesinin ardından, araştırmacı tarafından ilgili literatür incelenerek her bir alt başlığı (*ÇÇD*, *ÇEF*, *ÇHEF*, *İİOÇ* ve *KÖ*) içeren biri açık uçlu, on dokuzu çoktan seçmeli olmak üzere toplam 20 soru geliştirilmiştir. Geliştirilen her bir sorunun sonunda cevaplayıcının seçtiği cevabı neden seçtiğini açıklaması için boşluk bırakılmıştır. Bunun sebebi, geliştirilecek olan üç aşamalı testte ikinci aşama (neden aşaması) için madde sentezlemektir. Kavram testi, kavram haritası ve önerme cümleleri birbiri ile ilişkilendirilmiş ve birbirine paralel çalışmalar olarak yürütülmüştür. Hazırlanan kavram testi dört alan uzmanı (kimyada bir profesör, bir doçent ve bir doktor öğretim üyesi ve kimya eğitiminde bir doktor öğretim üyesi) ve ardından bir dil uzmanı tarafından değerlendirilmiştir. Geliştirilen test üzerinde uzman görüşleri ışığında gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra testin son hali ön uygulama olarak Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalında öğrenim gören yedi son sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Bu uygulamadaki amaç soruların anlaşılabilirliğini test etmektedir. Öğrenci dönütleri sonrasında sorular üzerinde gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Daha sonra uygulama için gerekli izinlerin alınmasının ardından aynı üniversitesinin fen bilgisi öğretmenliği birinci, ikinci ve üçüncü sınıflarında öğrenim görmekte olan 159 öğrenciden veri toplanmıştır. Yazılı uygulama sırasında ön uygulamaya katılan öğrenci grubu örneklem dışına tutulmuştur. Öğrencilerden toplanan veriler araştırmacı tarafından bilgisayar ortamına aktarılarak, her bir soru için kavram yanılgıları ve kavram yanılgılarına rastlanma sıklığı (frekanslar) belirlenmiştir. Araştırmacının yaptığı analizler daha sonra bir uzman tarafından incelenerek analizlerin güvenilirliği arttırılmaya çalışılmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda üç aşamalı tanılayıcı testin neden aşamasında çeldirici olarak kullanılmak üzere literatürde daha önce tespit edilmiş ve edilmemiş çok sayıda kavram yanılgısına ulaşılmıştır. Analizlerin ardından testin uygulandığı öğrenci grubu içerisinden gönüllülük esasına dayalı olarak rastgele seçilen 6 öğrenci ile 45-60 dakika süren yarı yapılandırılmış mülakatlar

gerçekleştirilmiştir. Yarı yapılandırılmış mülakatlar, hem sabit seçenekli cevaplamayı hem de gerektiğinde derinlemesine bilgi sağlayan mülakat türüdür (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2014). Mülakat esnasında kavram testinde yer alan sorular katılımcılara yöneltilmiştir ancak onların verdikleri cevaplardan yola çıkılarak anlık olarak araştırmacı tarafından oluşturulan yeni sorularla öğrencilerin çözeltiler ile ilgili zihinsel yapılarına sondajlama yapılmaya çalışılmış ve öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları ortaya çıkarılmaya gayret edilmiştir. Katılımcıların da izni ile alınan ses kayıtları bilgisayar ortamına geçirilerek transkript edilmiş ve verilen cevaplar kategorize edilerek katılımcıların sahip oldukları kavram yanlışları belirlenmiştir. Elde edilen verilerin bir önceki basamakta olduğu gibi uzman bir kişinin değerlendirmesi sağlanmıştır. Yazılı materyallerin ve mülakat verilerinin analizi sonucunda elde edilen sonuçlara dayanarak testin ilk aşamasındaki soru kökleri ve seçenekler üzerinde bazı revizyonlar yapılmıştır. Test içerisinde yer alan ve literatür incelendiğinde başka çalışmalarda benzerlik gösteren soru kökleri gerekli izinler alınarak kullanılmıştır. Daha sonra elde edilen verilerin analiz sonucunda belirlenen kavram yanlışları ve literatür incelenerek (Adadan & Savaşçı, 2012; Azizoglu ve ark., 2006; Blanco & Prieto, 1997; Canpolat, Pınarbaşı & Sözbilir, 2006; Coştu ve ark., 2007; Çalık, 2005; Çalık ve ark., 2005; Ebenezer & Erickson, 1996; Pınarbaşı & Canpolat, 2003) elde edilen kavram yanlışları üç aşamalı tanılayıcı testin ikinci aşamasına yani neden aşamasına yerleştirilmiştir. Üçüncü aşama diğer bir ifadeyle güven aşaması, tüm sorularda aynı olup katılımcılara ilk iki aşamaya verdikleri cevaplardan emin olup olmadıklarını sorgulamaktadır. Teste son hali verildikten sonra değerlendirilmek üzere dört uzmana (kimyada bir profesör, ve bir doçent, kimya eğitiminde bir doçent ve bir doktor öğretim üyesi) gönderilmiştir. Ayrıca test iki dil uzmanına gönderilerek dil kurallarına uygunluğu açısından incelenmiştir. Uzmanların görüşleri ışığında sorular üzerinde gerekli revizyonlar yapılarak üç aşamalı 21 sorudan oluşan “Çözeltiler Kimyası Tanılayıcı Testi (ÇöKiTaT) ortaya konmuştur. Birinci aşama (içerik

aşaması) cevaplayıcının ilgili konu hakkındaki içerik bilgisini değerlendiren çoktan seçmeli soruları içermektedir. İkinci aşama (neden aşaması) cevaplayıcının sorunun birinci aşamasında verdiği cevabın nedenini sorgulayan çoktan seçmeli yanıtları içermektedir. İkinci aşama ayrıca cevaplayıcıların zihnindeki cevabı seçenekler arasında bulamamaları halinde kendi cevaplarını yazabileceği boş bir alan içermektedir. Üçüncü aşama (güven aşaması) ise cevaplayıcının ilk iki aşamaya verdiği cevaplardan emin olup olmadığını sorgulayan iki seçenekli (evet/hayır) bir soru içermektedir.

Geçerlik ve güvenilirlik çalışması için hazır hale gelen *ÇöKiTaT* iki farklı üniversitenin (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi ve Balıkesir Üniversitesi) Eğitim Fakültelerinin Fen Bilgisi Öğretmenliği ve Kimya Öğretmenliği Anabilim Dalının birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıflarında öğrenim gören toplam 182 öğretmen adayına uygulanmıştır. Elde edilen veriler MS Excel 2013 programında cevap anahtarına dayalı olarak ikili olarak kodlanmıştır. Birinci ve ikinci aşamaya doğru cevap verip cevaplarından emin olanlar (yani üçüncü aşamada “Evet” seçeneğini işaretleyenler) 1 olarak, diğerleri ise 0 olarak kodlanmıştır. Veriler analiz edilerek madde zorluk indeksi, ayırt edicilik indeksi, içerik geçerliği, yapı geçerliği ve KR-20 gibi istatistikler hesaplanarak testin geçerli ve güvenilir bir test olup olmadığı değerlendirilmiştir.

Öncelikle testte yer alan her bir madde için ayırt edicilik ve zorluk indeksleri hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 3’ de rapor edilmiştir.

Tablo 3

ÇöKiTaT'taki Her Bir Madde için Hesaplanan Zorluk ve Ayırt Edicilik Değerleri

| Madde No | Zorluk İndeksi | Çift-serili Korelasyon Katsayısı |
|----------|----------------|----------------------------------|
| M1 | .80 | .31 |
| M2 | .67 | .35 |
| M3 | .21 | .32 |
| M4 | .48 | .38 |
| M5 | .43 | .43 |
| M6 | .09 | .45 |
| M7 | .42 | .48 |
| M8 | .45 | .52 |
| M9 | .08 | .31 |
| M10 | .03 | .33 |
| M11 | .05 | .22 |
| M12 | .45 | .45 |
| M13 | .07 | .26 |
| M14 | .47 | .49 |
| M15 | .59 | .46 |
| M16 | .40 | .66 |
| M17 | .14 | .39 |
| M18 | .23 | .49 |
| M19 | .12 | .37 |
| M20 | .10 | .33 |
| M21 | .20 | .49 |
| Ortalama | .31 | .40 |

Zorluk indeksi bir soruya doğru cevap verenlerin yüzdesi ya da oranı olarak tanımlanmaktadır. %30' un altında bir zorluk indeksi değerine sahip olan soru 'zor', %30 ve %70 arasında bir zorluk indeksine sahip olan bir soru 'orta derecede zorlukta' ve %70' in üzerinde bir zorluk indeksine sahip olan soru ise 'kolay' bir soru olarak kabul edilmektedir (Reynolds, Livingstone & Willson, 2006, s. 142). Tablo 3' deki madde analizi sonuçlarına göre, testteki 11 sorunun zor, 9 sorunun orta zorlukta ve 1 sorunun da kolay olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Maddelerin zorluk indeksleri ortalaması ise .31 olarak hesaplanmıştır. Madde ayırt ediciliği bir maddenin ölçülen yapıda farklı olan bireyleri, birbirinden ne kadar doğru bir

şekilde ayırt edebildiği anlamına gelmektedir (Reynolds ve ark., 2006, s. 146). Maddelerin ayırt ediciliklerini saptamaya yönelik olarak her bir madde için nokta çift serili korelasyon katsayısı (point biserial correlation coefficient) hesaplanmıştır. Madde ayırt edicilik indeksi değerinin .30 ile .39 arasında olması o maddenin iyi bir ayırt etme potansiyeline, .40 ve üzerinde olması ise mükemmel bir ayırt ediciliğe sahip olduğuna işaret etmektedir (Reynolds ve ark., 2006, s. 146). Madde ayırt edicilik indeksinin .20 ile .30 arasında olması halinde maddenin kabul edilebilir bir ayırt ediciliğe sahip olduğu belirtilmektedir (Mitra, Nagaraja, Ponnudurai, & Judson, 2009). Tablo 3 incelendiğinde on sorunun mükemmel bir ayırt ediciliğe sahip olduğu görülürken dokuz sorunun iyi düzeyde ayırt edici olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, bir soru kabul edilebilir bir ayırt ediciliğe sahipken bir sorunun ayırt etme potansiyelinin düşük olduğu saptanmıştır. M11' in (on birinci soru) çok zor bir soru olması ve düşük bir ayırt etme potansiyeline sahip olması nedeniyle testten çıkarılmasına karar verilmiştir. ÇöKiTaT'taki soruların ayırt edicilik indeksleri ortalaması .40 olarak hesaplanmıştır.

Testin hem içerik hem yapı geçerliği incelenmiştir. Öncelikle yapı geçerliği değerlendirilmiştir. Hestenes ve Halloun (1995) yapı geçerliğini kanıtlamak için yanlış sebepli doğru (false positive) ve doğru sebepli yanlış (false negative) yüzdelerinin hesaplanması gerektiğini belirtmektedir. Soruların net ve anlaşılır olması halinde konu hakkında bilgi düzeyi yüksek olan cevaplayıcıların sorulara doğru cevaplar vermesi beklenmektedir (Arslan ve ark., 2012). Çoktan seçmeli sorular içeren bir testte yanlış sebepli doğru (false positive) ve doğru sebepli yanlış (false negative) olasılıklarının minimize edilmesi o testin içerik geçerliğinin güçlenmesini sağlamaktadır (Hestenes & Halloun, 1995). İçerik geçerliğinin sağlanması için özellikle doğru sebepli yanlış (false negative) olasılıklarının %10'dan küçük olması gerektiği rapor edilmiştir (Hestenes & Halloun, 1995). Buna yönelik olarak testteki her

bir maddeye ilişkin hesaplanan yanlış sebepli doğru (false positive) ve doğru sebepli yanlış (false negative) yüzdeleri Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 4

Her Bir Madde İçin Hesaplanan “Yanlış Sebepli Doğru” ve “Doğru Sebepli Yanlış” Yüzdeleri

| Değişken* | Maddeler (%) | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|------|-----|
| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 | M10 | M11 |
| Yanlış sebepli doğru (False positive) | 11.5 | 5.5 | 11.5 | 39 | 5.0 | 4.4 | 1.1 | 4.4 | 53.3 | 30.8 | 5.5 |
| Doğru sebepli yanlış (False negative) | .6 | 1.1 | 20.9 | 0 | 0 | 14.8 | 6.6 | 13.2 | 3.3 | 1.1 | 1.1 |
| | M12 | M13 | M14 | M15 | M16 | M17 | M18 | M19 | M20 | M21 | |
| Yanlış sebepli doğru (False positive) | 7.7 | 9.3 | 31.9 | 1.7 | 24.2 | 7.7 | 2.2 | 19.2 | .6 | 9.9 | |
| Doğru sebepli yanlış (False negative) | 10.4 | 6.0 | 1.7 | 5.0 | 3.3 | 7.1 | 1.7 | 1.7 | 7.7 | 1.7 | |

* False positive (Yanlış sebepli doğru), False negative (Doğru sebepli yanlış) terimlerinin Türkçe diline adaptasyonu Cığdemoglu ve Arslan (2017) tarafından yapılan çalışmada sağlanmıştır.

Tablo 4’e bakıldığında, üç maddede (M3, M6 ve M8) doğru sebepli yanlış oranının Hestenes ve Halloun (1995) tarafından önerilen %10 değerinden yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle, bu maddelerin içerik geçerliğini zedelediği gerekçesiyle testten çıkarılmasına karar verilmiştir. Madde ayırt ediciliği indeksi kabul edilebilir sınırları dışında olması sebebiyle M11, içerik geçerliği için önerilen değer üzerinde bir doğru sebepli yanlış oranına sahip olması nedeniyle de M3, M6 ve M8 maddeleri testten çıkarıldıktan sonra testin yapı geçerliği değerlendirilmiştir. Testte güven aşamasına “eminim” olarak cevap verenlerin ilk iki soruya doğru cevap vermesi beklenmektedir ve bu nedenle ilk iki aşamadan alınan puan ile üçüncü aşamada alınan puan arasındaki pozitif korelasyon, testin yapı geçerliği için bir kanıt olarak gösterilmektedir (Çataloğlu, 2002). Bu nedenle testte her bir sorunun ilk iki aşamasına doğru cevap verenler “1”, üçüncü aşamada emin olanlar “1”, diğer bütün alternatifler ise “0” olarak kodlanmıştır ve cevaplayıcıların ilk iki aşamadan aldıkları puan ile güven aşamasından aldıkları puan arasındaki korelasyon hesaplanmıştır. Yüksek korelasyon test maddelerin uygun bir şekilde çalıştığını göstermektedir. Bu çalışmada ilk iki aşama puanı

ile güven aşaması puanı arasında istatistiksel olarak pozitif bir korelasyon ($r = .44, p < .001$) bulunmuştur. Bu sonuç yapı geçerliği için bir kanıt olarak sunulabilir. Bunun yanı sıra testin kapsam geçerliği için belirtke tablosu hazırlanmış ve çözeltiler konusuna ait tüm kavramların testte yer alması sağlanmıştır (Tablo 5).

Tablo 5

ÇöKiTaT için Hazırlanan Belirtke Tablosu

| Konular | Maddeler | | | | | | | | | | |
|---------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | M1 | M2 | M3* | M4 | M5 | M6* | M7 | M8* | M9 | M10 | M11* |
| ÇÇD | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | | | |
| ÇHEF | | | | ✓ | | | | | | | |
| ÇEF | | | | | | | ✓ | | | | |
| KÖ | | | | | | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| İİOÇ | | | | | ✓ | | | | | | |
| | M12 | M13 | M14 | M15 | M16 | M17 | M18 | M19 | M20 | M21 | |
| ÇÇD | ✓ | | | ✓ | | | | | | | ✓ |
| ÇHEF | | | ✓ | | | | | | | | |
| ÇEF | | | | | | ✓ | ✓ | | | | |
| KÖ | | ✓ | | | | | | ✓ | ✓ | | |
| İİOÇ | | | | | ✓ | | | | | | |

* Analizler sonucunda testten çıkarılan maddeler

ÇöKiTaT'ın güvenilir bir test olup olmadığının belirlenmesi için Kuder-Richardson 20 (KR-20) güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır. Verilerin ikili olarak kodlandığı (doğru/yanlış, evet/hayır gibi) durumlarda, iç tutarlılığın hesaplanmasında Cronbach's Alpha yerine KR-20 güvenilirlik katsayısının hesaplanması önerilmektedir (Reynolds ve ark., 2006). Bu nedenle, önceki aşamalarda bazı değerlendirme ölçütlerinde referans değerlerinin dışında kalması sebebiyle testin geçerliğini düşürme potansiyeline sahip maddeler (M3, M6, M8, ve M11) testten çıkarıldıktan sonra KR-20 güvenilirlik katsayısı birinci aşama, ilk iki aşama ve tüm aşamalar için ayrı ayrı hesaplanmış ve sırasıyla .62, .66 ve .71 olarak bulunmuştur. Genelde

ölçeklerin iç tutarlılık geçerlilik değerinin .70 ve üzeri olması, ölçeğin güvenilir bir ölçme aracı olduğuna işaret etmektedir (Reynolds ve ark., 2006). Ancak kavram testlerinde .60 ve üzeri bir güvenilirlik katsayısına sahip bir test güvenilir bir test olarak kabul edilmektedir (Kaltakçı, 2012). Sonuç olarak, eldeki istatistikler üç aşamalı 17 sorudan oluşan ÇöKiTaT'ın kimya dersi almış üniversite öğrencilerinin çözeltiler kimyası ile ilgili kavramsal anlamlarını ölçmede ve kavram yanlışlarını tespit etmede geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Verilerin toplanması ve analizi.

ÇöKiTaT, Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesinde 2018-2019 Eğitim-Öğretim yılı güz yarıyılı birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıfta öğrenim görmekte olan 150 fen bilgisi öğretmen adayına uygulanmıştır. Uygulama öncesinde gerekli izinler alındıktan sonra, dersin yürütücü öğretim üyesi nezaretinde araştırmacının bizzat katılımı ile uygulama gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların uygulamaya olan istekliklerini arttırmak için test, kitapçık formatına dönüştürülmüştür ve ayrıca test ile birlikte çalışmanın amacı, test doldurulurken dikkat edilmesi gereken hususlar ve takip edilmesi gereken adımlar, araştırmacıların bilgileri ve iletişim adresleri, verilerin gizliliği gibi açıklamaları içeren “Bilgilendirme Formu” dağıtılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının araştırmaya gönüllü olarak katılım sağlamalarına dikkat edilmiştir.

Verilerin toplanmasının ardından her bir cevap kağıdı numaralandırılarak MS Excel 2013 programına veri girişi sağlanmıştır (Grafik 4).

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|----|----|----------|--------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | ID | Cinsiyet | Sınıf düzeyi | Yas | 1a | 1b | 1c | 2a | 2b | 2c | 3a | 3b | 3c |
| 2 | 1 | K | 1 | 18 | C | B | B | C | B | A | C | C | B |
| 3 | 2 | K | 1 | 19 | C | B | A | C | B | A | A | F | A |
| 4 | 3 | K | 1 | 19 | C | C | A | C | A | A | A | D | A |
| 5 | 4 | K | 1 | 18 | C | C | A | C | B | A | A | G | B |
| 6 | 5 | K | 1 | 19 | C | C | B | C | B | A | B | F | A |
| 7 | 6 | E | 1 | 19 | C | C | A | C | B | A | A | E | A |
| 8 | 7 | K | 1 | 18 | B | C | A | C | B | A | A | G | B |
| 9 | 8 | E | 1 | 30 | C | B | A | C | B | A | A | D | A |
| 10 | 9 | K | 1 | 18 | C | C | A | C | B | A | A | F | A |

Grafik 4. MS Excel 2013 programında veri girişi

Veri analizinde katılımcılardan alınan yanıtlar kavram yanlışlığı, bilimsel bilgi, bilgi eksikliği kategorilerinde değerlendirilmiştir. Her bir aşama için verilen cevaplar 1 ve 0 değerleri ile kodlanmıştır. Yanıtlar, Arslan ve ark. (2012) tarafından geliştirilen puanlama sistemindeki kombinasyonlar (Tablo 6) dikkate alınarak hesaplanmış ve değerlendirilmiştir.

Tablo 6

Testte Yer Alan Aşamaların Olası Tüm Cevapları ve İlgili Kategoriler

| Kategori* | Birinci Aşama (Kod) | İkinci Aşama (Kod) | Üçüncü Aşama (Kod) | Final Kod |
|-----------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------|
| Bilimsel Bilgi | Doğru (1) | Doğru (1) | Eminim (1) | 1 |
| Kavram Yanılgısı (false positive) | Doğru (1) | Yanlış (0) | Eminim (1) | 0 |
| Kavram Yanılgısı (false negative) | Yanlış (1) | Doğru (1) | Eminim (1) | 0 |
| Kavram Yanılgısı | Yanlış (0) | Yanlış (0) | Eminim (1) | 0 |
| Rastgele (Tesadüf) | Doğru (1) | Doğru (1) | Emin değilim (0) | 0 |
| Bilgi Eksikliği | Doğru (1) | Yanlış (0) | Emin değilim (0) | 0 |
| Bilgi Eksikliği | Yanlış (0) | Doğru (1) | Emin değilim (0) | 0 |
| Bilgi Eksikliği | Yanlış (0) | Yanlış (0) | Emin değilim (0) | 0 |

*Arslan ve ark. (2012)' den adapte edilmiştir.

Testte yer alan kavram yanlışlıklarını belirlemek için Tablo 7'de yer alan kavram yanlışlığı setlerinden faydalanılmıştır. Verilerin analizinde İlk Aşama (İA), İlk İki Aşama

(İİA), Tüm Aşamalar/Bilimsel Bilgi (TA/BB), Emin Olma (EO), Bilgi Eksikliği (BE), İlk Aşama Kavram Yanılgısı (İA-KY), İlk İki Aşama Kavram Yanılgısı (İİA-KY) ve Tüm Aşamalar Kavram Yanılgısı (TA-KY) olmak üzere sekiz farklı puan türü hesaplanmıştır (Arslan ve ark., 2012; Peşman & Eryılmaz, 2010). Hesaplanan puan türlerinin içerikleri aşağıda açıklanmıştır.

- İlk Aşama (First tier) (İA): Her bir sorunun ilk aşamasına doğru cevap veren katılımcıların oranını (yüzdesini) göstermektedir. Birinci aşamayı doğru cevaplayanlar 1 diğerleri ise 0 olarak kodlanmıştır.
- İlk İki Aşama (Both tiers) (İİA): Her bir sorunun ilk iki aşamasına doğru cevap veren katılımcıların oranını (yüzdesini) göstermektedir. Hem birinci hem de ikinci aşamaya doğru cevap verenler 1, diğerleri ise 0 olarak kodlanmıştır.
- Tüm Aşamalar/Bilimsel Bilgi (All tier/Scientific Knowledge) (AT/BB): Her bir sorunun ilk iki aşamasına doğru cevap veren ve verdiği cevaplardan emin olan katılımcıların oranını (yüzdesini) gösterir. Birinci ve ikinci aşamaya doğru cevap verip üçüncü aşamada da “eminim” seçeneğini işaretleyen katılımcılar 1, diğerleri ise 0 olarak kodlanmıştır (Grafik 5).
- Emin Olma (Certainty) (EO): Üçüncü aşamada “Eminim” cevabı veren katılımcıların oranını (yüzdesini) gösterir. Yalnızca üçüncü aşama incelenmiş ve “Eminim” seçeneğini işaretleyenler 1, diğerleri ise 0 olarak kodlanmıştır.

| BD | BE | BF | BG | BH | BI | BJ | BK |
|---------------|-----|-----|-------------|---------------|------------|--------------|---------------|
| 1. First Tier | 1,2 | 1,3 | sum 1.1-1.2 | 1. Both Tiers | Sum both+1 | 1. All Tiers | 2. First Tier |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 |

Soru 1

Grafik 5. Bilimsel bilgi kategorisinin hesaplanması

- Bilgi Eksikliği (Lack of knowledge) (BE): Bu puan türü üç farklı cevaplama şeklini içermektedir (Grafik 6).
 - Doğru-yanlış-emin değilim (Correct-incorrect-uncertain): Birinci aşamaya doğru, ikinci aşamaya yanlış ve üçüncü aşamaya ise “Emin değilim” cevabını veren katılımcıların oranını gösterir. Birinci aşamayı doğru, ikinci aşamayı yanlış cevaplayan ve üçüncü aşamada “Emin değilim” seçeneğini işaretleyenler 1 olarak kodlanmıştır.
 - Yanlış-doğru-emin değilim (Incorrect-correct-uncertain): Birinci aşamaya yanlış, ikinci aşamaya doğru ve üçüncü aşamaya ise “emin değilim” cevabını veren katılımcılar. Birinci aşamaya yanlış ise 1, ikinci aşamaya doğru ise 1, üçüncü aşamaya “emin değilim” ise 1 cevabı verenler 1, diğerleri sıfır olarak kodlanmıştır.
 - Yanlış-yanlış-emin değilim (Incorrect-incorrect-uncertain): Birinci aşamaya yanlış, ikinci aşamaya yanlış ve üçüncü aşamaya ise “emin değilim” cevabını veren katılımcılar. Birinci aşamaya yanlış ise 1, ikinci aşamaya yanlış ise 1, üçüncü

aşamaya “emin değilim” ise 1 cevabı verenler 1, diğerleri sıfır olarak kodlanmıştır.

| | | | | | | | doğru-yanlış-e.değilim | | | | | yanlış-doğru-e.değilim | | | | | yanlış-yanlış-e.değilim | | | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-----------|-----------|-------------|------------------------|---|---|---|-----|------------------------|---|---|---|-----|-------------------------|---|---|---|-----|-----|----|----------|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | | |
| | q.1.1 | q.1.2 | q.1.3 | 1.correct | 2.correct | 3.uncertain | | | | | LK1 | | | | | LK2 | | | | | LK3 | LK | | |
| 1 | B | B | B | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | | |
| 2 | C | A | B | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | | |
| 3 | C | A | B | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | | |
| 4 | B | B | B | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | | |
| 5 | B | C | B | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | | |
| 147 | B | C | A | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | | |
| 148 | A | D | B | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | | |
| 149 | B | B | B | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | | |
| 150 | A | D | A | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | sum | 44 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | % | 29,33333 |

Her bir soru için
bilgi eksikliği olan
katılımcıların yüzdesi ve toplam

Grafik 6. Bilgi eksikliği kategorisinin hesaplanması

- Kavram Yanılgısı (Misconception) (KY): Kavram yanılgısı setlerinde yer alan her bir aşama için istenilen seçeneğin durumuna göre 1 veya 0 olarak kodlanarak hesaplanmıştır.
 - Kavram Yanılgısı İlk Aşama (Misconception first tier) (KY-İA): Birinci aşamada kavram yanılgısı içeren seçeneklerden birini işaretleyen katılımcı oranını gösterir. Birinci aşamadaki seçenekler arasındaki kavram yanılgılarından birini işaretleyen katılımcı 1, diğerleri ise 0 olarak kodlanmıştır.
 - Kavram Yanılgısı İlk İki Aşama (Misconception both tiers) (KY-İİA): Birinci aşamada kavram yanılgısı içeren seçeneklerden birini işaretleyen ve ikinci aşamada da birinci aşamada seçilen kavram yanılgısı ile uyumlu kavram yanılgısını işaretleyen katılımcıların oranını gösterir. Birinci aşamada kavram yanılgısı ve ikinci aşamada da birinci aşamada seçtiği kavram yanılgısı ile uyumlu kavram yanılgısını seçen cevaplayıcılar 1, diğerleri ise 0 olarak kodlanmıştır.
 - Kavram Yanılgısı Tüm Aşamalar (Misconception all tiers) (KY-TA): Birinci aşamada kavram yanılgısı içeren seçeneklerden birini

işaretleyen ve ikinci aşamada da birinci aşamada seçilen kavram yanılıgısı ile uyumlu kavram yanılıgısını işaretleyen ve verdiği cevaplardan emin olan katılımcıların oranını göstermektedir. İlk iki aşamada kavram yanılıgılı ifadeyi işaretleyip, verdiği cevaplardan emin olan katılımcılar 1, diğerleri 0 olarak kodlanmıştır.

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|-------------|---------------|--------------|--------------|
| 17a | 17b | 17c | tier 1 | tier 2 | certain | sum 1.1-1.2 | 1. Both Tiers | Sum both+1.3 | 1. All Tiers |
| B | B | B | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| C | A | B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C | A | B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | B | B | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| B | C | B | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 |
| B | C | A | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| B | C | A | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| A | D | B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | B | B | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| A | D | A | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | | Sum | 75 | | | | 24 | | 18 |
| | | % | | | | | | | 12 |

Birinci aşamada kavram yanılıgılı seçeneği işaretleyenlerin toplamı

İlk iki aşamada kavram yanılıgılı seçeneği işaretleyenlerin toplamı

İlk iki aşamada kavram yanılıgılı seçeneği ve eminim seçeneğini işaretleyenlerin toplamı ve yüzdesi

Grafik 7. Her bir soru için oluşturulan kavram yanılıgısı setleri için toplam ve yüzde değerleri

Tablo 7

Kavram Yanılıgısı Setleri

| Soru | KY | Kavram Yanılıgısı | Alternatifler |
|------|------|--|---------------------|
| 1 | KY1 | Çözünme olayında kimyasal bir değişme meydana gelerek yeni madde(ler) ortaya çıkar. | 1.1.a, 1.2.b, 1.3.a |
| | KY2 | Su içerisine atılan katı tuz eriyerek sıvı tuz haline dönüşür. | 1.1.b, 1.2.a, 1.3.a |
| | KY3 | Şeker ve su molekülleri etkileşime girerek ağırlaştığından dolayı şeker-su çözeltisinin kütlesi, başlangıçtaki şeker ve suyun toplam kütlesinden büyüktür. | 2.1.a, 2.2.e, 2.3.a |
| | KY4 | Şeker eriyerek sıvı hale dönüştüğü için ağırlığında azalma meydana geldiğinden dolayı şeker-su çözeltisinin kütlesi, başlangıçtaki şeker ve suyun toplam kütlesinden küçüktür. | 2.1.b, 2.2.d, 2.3.a |
| 2 | KY5 | Çözünen madde içindeki hava boşlukları çözücü tarafından doldurulduğundan dolayı şeker-su çözeltisinin kütlesi, başlangıçtaki şeker ve suyun toplam kütlesinden küçüktür. | 2.1.b, 2.2.a, 2.3.a |
| | KY6 | Çözünen (şeker) gözden kaybolduğu için bir kütleyle sahip değildir ve bu nedenle şeker-su çözeltisinin kütlesi, başlangıçtaki şeker ve suyun toplam kütlesinden küçüktür. | 2.1.b, 2.2.c, 2.3.a |
| | KY7 | Çözücü madde (su) aynı olduğu sürece aynı miktardaki toz şeker ve küp şeker aynı sürede çözünür. | 3.1.c, 3.2.a, 3.3.a |
| 3 | KY8 | Dışarıdan bir müdahale (karıştırma, sıcaklığı artırma vb.) yapılmadığı sürece aynı miktardaki toz şeker ve küp şeker aynı sürede çözünür. | 3.1.c, 3.2.b, 3.3.a |
| | KY9 | Çözünen madde miktarı aynı olduğu sürece toz şeker ve küp şeker aynı sürede çözünür. | 3.1.c, 3.2.c, 3.3.a |
| | KY10 | Çözünen maddenin temas yüzeyi azaldıkça çözünme hızı artar. | 3.1.b, 3.2.d, 3.3.a |

| | | | |
|----|------|--|------------------------|
| 4 | KY11 | Çözünmüş madde miktarı elektrik iletkenliğini etkilemediğinden dolayı, doymuş ve doymamış tuzlu su çözeltilerinin elektrik iletkenlikleri arasında fark yoktur. | 4.1.b, 4.2.a, 4.3.a |
| | KY12 | Tuzlu su elektriği iletmediği için doymuş ve doymamış tuzlu su çözeltilerinin elektrik iletkenlikleri arasında fark yoktur. | 4.1.b, 4.2.c, 4.3.a |
| 5 | KY13 | Katısı ile dinamik denge halindeki bir tuz-su çözeltisi aşırı doymuş bir çözelti olduğu için bu çözeltiye ilave tuz ekleyip karıştırıldığında eklenen tuz dibe çökeceği için tuz-su çözeltisinin derişimi azalır | 5.1.c, 5.2.a, 5.3.a |
| | KY14 | Katısı ile dinamik denge halindeki bir tuz-su çözeltisine bir miktar tuz ilavesinden sonra çözeltiyi karıştırmak eklenen tuzun çözünmesine yardımcı olacağından dolayı çözeltinin derişimi artar. | 5.1.a, 5.2.b, 5.3.a |
| | KY15 | Suya eklenen tuz tıpkı su gibi sıvılaştığı için tuzlu su çözeltisi ve saf su aynı sıcaklıkta kaynar. | 6.1.c, 6.2.a, 6.3.a |
| 6 | KY16 | Su ve tuz molekülleri arasındaki etkileşimden dolayı su molekülleri daha zor buharlaşır ve bu nedenle saf suyun kaynama noktası tuzlu su çözeltisinin kaynama noktasından daha yüksektir. | 6.1. a, 6.2.b, 6.3.a |
| | KY17 | Tuz buharlaşmadığından dolayı tuzlu su çözeltisi ve saf su aynı sıcaklıkta kaynar. | 6.1.c, 6.2.e, 6.3.a |
| | KY18 | Tuz, su içerisine atıldığında sıvılaştığından dolayı tuzlu su çözeltisi ve saf su aynı sıcaklıkta donar. | 7.1.c, 7.2.a, 7.3.a |
| 7 | KY19 | Donan su olduğundan dolayı tuz donma noktasını etkilemez ve tuzlu su çözeltisi ile saf su aynı sıcaklıkta donar. | 7.1.c, 7.2.c, 7.3.a |
| | KY20 | Doymuş bir şeker-su çözeltisinin bir miktarı boşaltıldığında çözücü miktarı azaldığından dolayı çözeltinin derişimi artar. | 8.1.a, 8.2.b, 8.3.a |
| | KY21 | Doymuş bir şeker-su çözeltisinin bir miktarı boşaltıldığında şekerin bir kısmı dibe çökeceği için çözeltinin derişimi azalır. | 8.1.b, 8.2.c, 8.3.a |
| 8 | KY22 | Doymuş bir şeker-su çözeltisinin bir miktarı boşaltıldığında bir miktar şeker de çözeltiyle birlikte gittiği için birim hacim başına düşen şeker miktarı azalır ve dolayısıyla çözeltinin derişimi azalır. | 8.1.b, 8.2.a, 8.3.a |
| | KY23 | Doymuş bir şeker-su çözeltisinin bir miktarı boşaltıldığında su miktarı azalacağından dolayı şekerin çözünürlüğü azalır ve dolayısıyla çözeltinin derişimi azalır. | 8.1.b, 8.2.e, 8.3.a |
| | KY24 | Su üzerindeki gazın türü ne kadar az olursa suyun içinde çözünmesi o kadar kolay olacağından dolayı sabit sıcaklık ve basınçta X gazı çözeltisi içeren bir kaba inert bir gaz ilavesi X gazının konsantrasyonunu düşürür. | 9.1.c, 9.2.a, 9.3.a |
| 9 | KY25 | Suda çözünen gazın miktarı suyun üzerindeki gaz (lar)ın toplam basıncı ile doğru orantılı olduğundan dolayı sabit sıcaklık ve basınçta X gazı çözeltisi içeren bir kaba inert bir gaz ilavesi X gazının konsantrasyonunu artırır. | 9.1.a, 9.2.b, 9.3.a |
| 10 | KY26 | Çözünen madde cinsi aynı olduğundan dolayı aynı miktardaki iki küp şekerden sıcak suya atılan ile soğuk suya atılan aynı sürede çözünür. | 10.1.b, 10.2.d, 10.3.a |
| | KY27 | Doymamış şeker-su çözeltisinde şeker molekülleri su moleküllerinden daha ağır olduğu için kabın dibine çökerek moleküler düzeyde heterojen bir şekilde dağılırlar. | 11.1.a, 11.2.a, 11.3.a |
| 11 | KY28 | Doymamış şeker-su çözeltisinde şeker molekülleri batmadan ortada yüzerek moleküler düzeyde heterojen bir şekilde dağılırlar. | 11.1.b, 11.2.c, 11.3.a |
| | KY29 | Doymuş bir tuz-su çözeltisine ilave edilen tuzun miktarı arttıkça iletkenlik artar. | 12.1.a, 12.2.d, 12.3.a |
| 12 | KY30 | Doymuş bir tuz-su çözeltisine ilave edilen tuz dibe çöküp aşırı doymuş çözelti oluşturduğu için çözeltinin elektrik iletkenliği azalır. | 12.1.b, 12.2.a, 12.3.a |
| | KY31 | Katısıyla dinamik denge halindeki bir tuz-su çözeltisi ağız açık bir şekilde hacmi yarıya inene kadar beklemeye bırakıldığında çözücünün birim hacmi başına düşen çözünen miktarı arttığı için çözeltideki tuz konsantrasyonu artar. | 13.1.a, 13.2.a, 13.3.a |
| 13 | KY32 | Katısıyla dinamik denge halindeki bir tuz-su çözeltisi ağız açık bir şekilde hacmi yarıya inene kadar beklemeye bırakıldığında tuz iyonları da su molekülleri ile birlikte buharlaştığı için çözeltideki tuz konsantrasyonu azalır. | 13.1.b, 13.2.b, 13.3.a |
| 14 | KY33 | Çözücü (su) miktarı artırıldığında çözücü daha çok çözünen (şeker) çözebileceği için çözünenin çözünürlüğü artar. | 14.1.a, 14.2.a, 14.3.a |
| | KY34 | Çözücü (su) miktarı artırıldığında çözücünün birim hacmi başına düşen çözünen (şeker) miktarı azaldığı için çözünenin çözünürlüğü azalır. | 14.1.b, 14.2.c, 14.3.a |
| | KY35 | Şeker ve su molekülleri birbirini ittiğinden dolayı aynı sıcaklıktaki özdeş iki kaptan birinde bulunan saf suyun buhar basıncı, diğer kaptaki şeker-su çözeltisinin buhar basıncından küçüktür. | 15.1.b, 15.2.c, 15.3.a |
| 15 | KY36 | Buhar basıncı artan derişimle arttığından dolayı aynı sıcaklıktaki özdeş iki kaptan birinde bulunan saf suyun buhar basıncı, diğer kaptaki şeker-su çözeltisinin buhar basıncından küçüktür. | 15.1.b, 15.2.d, 15.3.a |
| | KY37 | Sıvılar her sıcaklıkta buharlaşır ve bu nedenle aynı sıcaklıktaki özdeş iki kaptan birinde bulunan saf suyun buhar basıncı ile diğer kaptaki şeker-su çözeltisinin | 15.1.c, 15.2.e, 15.3.a |

| | | | |
|----|------|---|------------------------|
| | | buhar basıncı aynıdır. Suda çözünen şeker molekülleri, su molekülleri arasındaki çekim kuvvetlerini zayıflatarak daha çok su molekülünün buharlaşmasını sağlar ve bu nedenle dolayı | |
| | KY38 | aynı sıcaklıktaki özdeş iki kaptan birinde bulunan saf suyun buhar basıncı, diğer kaptaki şeker-su çözeltisinin buhar basıncından küçüktür. | 15.1.b, 15.2.f, 15.3.a |
| | KY39 | Yoğunluk ve buhar basıncı arasında doğrusal bir ilişki olduğundan dolayı aynı ortamdaki ağız açık iki kaptan birinde kaynamakta olan saf suyun buhar basıncı, diğer kapta kaynamakta olan tuz-su çözeltisinin buhar basıncından küçüktür. | 16.1.b, 16.2.a, 16.3.a |
| 16 | KY40 | Çözeltilerin kaynama noktası, saf çözücünün (su) kaynama noktasından yüksek olduğundan dolayı aynı ortamdaki ağız açık iki kaptan birinde kaynamakta olan saf suyun buhar basıncı, diğer kapta kaynamakta olan tuz-su çözeltisinin buhar basıncından büyüktür. | 16.1.a, 16.2.b, 16.3.a |
| | KY41 | Tuz, su ile tepkimeye girdiğinden dolayı çözeltide buharlaşacak su miktarının azalması nedeniyle aynı ortamdaki ağız açık iki kaptan birinde kaynamakta olan saf suyun buhar basıncı, diğer kapta kaynamakta olan tuz-su çözeltisinin buhar basıncından büyüktür. | 16.1.a, 16.2.d, 16.3.a |
| | KY42 | Dipte çözebileceğinden daha az miktarda çözünenin katısı bulunan bir tuz-su çözeltisi ağız kapalı bir şekilde aynı sıcaklıkta beklemeye bırakıldığında, tuz sudan ağır olduğundan dolayı su içinde çözülmüş tuz da bir süre sonra dipte birikir. | 17.1.c, 17.2.a, 17.3.a |
| 17 | KY43 | Dipte çözebileceğinden daha az miktarda çözünenin katısı bulunan bir tuz-su çözeltisi ağız kapalı bir şekilde aynı sıcaklıkta beklemeye bırakıldığında, dışarıdan bir müdahale (karıştırma, sıcaklık arttırma) yapılmadığı sürece dipteki katı olduğu gibi kalır. | 17.1.b, 17.2.b, 17.3.a |
| | KY44 | Dipte çözebileceğinden daha az miktarda çözünenin katısı bulunan bir tuz-su çözeltisi ağız kapalı bir şekilde aynı sıcaklıkta beklemeye bırakıldığında, çözelti aşırı doymuş bir çözelti olduğu için daha fazla tuz çözemez ve dipteki katı olduğu gibi kalır. | 17.1.b, 17.2.c, 17.3.a |

Bölüm IV: Bulgular

Bu bölümde elde edilen veriler analiz edilerek öncelikle İA, İİA, TA/BB, BE ve EO puanları hesaplanmıştır. Verilerin değerlendirilmesi sonucunda her bir içerik alanına ait, katılımcıların verdiği doğru cevaplar yüzdesi Tablo 8’ de sunulmuştur.

Tablo 8

Katılımcı Cevaplarının Yüzdesi

| İçerik Alanı | ÇöKiTaT Madde | Doğru Cevaplar (%) | | | | |
|--------------|---------------|--------------------|------|-------|--------|--------|
| | | İA | İİA | TA/BB | BE (%) | EO (%) |
| ÇÇD | 1 | 96 | 83 | 79 | 3 | 92 |
| | 2 | 91 | 86 | 77 | 6 | 85 |
| | 8 | 71 | 68 | 63 | 10 | 85 |
| | 11 | 67 | 66 | 61 | 8 | 87 |
| | 13 | 33 | 20 | 15 | 27 | 69 |
| | 14 | 34 | 30 | 22 | 17 | 75 |
| | 17 | 27 | 17 | 8 | 33 | 57 |
| ÇDD Ort. | | 59,9 | 52,9 | 46,4 | 14,9 | 78,6 |
| ÇHEF | 3 | 91 | 45 | 34 | 15 | 81 |
| | 10 | 97 | 47 | 44 | 7 | 89 |
| ÇHEF Ort. | | 94,0 | 46,0 | 39,0 | 11,0 | 85,0 |
| ÇEF | 5 | 69 | 67 | 55 | 15 | 73 |
| | 9 | 15 | 8 | 3 | 72 | 23 |
| ÇEF Ort. | | 42,0 | 37,5 | 29,0 | 43,5 | 48,0 |
| KÖ | 6 | 79 | 7 | 5 | 20 | 79 |
| | 7 | 53 | 2 | 1 | 35 | 64 |
| | 15 | 47 | 3 | 1 | 59 | 39 |
| | 16 | 17 | 16 | 8 | 49 | 43 |
| KÖ Ort. | | 49,0 | 7,0 | 3,8 | 40,8 | 56,3 |
| İİOÇ | 4 | 78 | 71 | 51 | 13 | 67 |
| | 12 | 78 | 48 | 41 | 20 | 73 |
| İİOÇ Ort. | | 78,0 | 59,5 | 46,0 | 16,5 | 70,0 |
| Ortalama | | 65 | 41 | 33 | 25 | 68 |

Tablo 8’ deki veriler incelendiğinde, aşama sayısı arttıkça öğrencilerin verdikleri doğru yanıtlarda düşüş olduğu dikkati çekmektedir. Daha açık bir ifadeyle, bir sorunun ilk aşamasında doğru cevap verenlerin oranı, aynı sorunun ilk iki aşamasına doğru cevap

verenlerin oranından düşük iken ilk iki aşamaya doğru cevap verip verdiği cevaplardan emin olanların oranı da ilk iki aşamaya doğru cevap verenlerin oranından düşüktür. Başka bir ifadeyle, öğrenciler araştırılan konuya ilişkin daha çok içerik bilgisine sahip iken cevaplarının nedenleri konusunda daha az bilgiye sahiptirler. Hatta ilk iki aşamaya doğru cevap verenlerin bir kısmının da verdiği cevaplardan emin olmadıkları görülmektedir. Genel ortalamaya bakıldığında, testteki soruların ilk aşamasına doğru cevap verenlerin oranı %65 iken bu oran ilk iki aşamaya doğru cevap verenlerde %41' a düşmektedir. Bunun yanında soruların ilk iki aşamasına doğru cevap verip verdiği cevaplardan emin olan katılımcıların oranının %33' e kadar gerilediği Tablo 8' de görülmektedir.

Öğrencilerin çözümleri kimyası ile ilgili kavramsal anlamaları her bir başlık açısından incelendiğinde, %46 ile başarı oranları en yüksek kategoriler ÇÇD ve İİÖÇ' dir. Bununla birlikte, ÇHEF ile ilgili bilimsel bilgiye sahip katılımcıların oranı %39,0 iken, ÇEF alt başlığında ise bilimsel bilgiye sahip olanların oranının %29,0 olduğu görülmektedir. KÖ kategorisinde ise bilimsel bilgiye sahip olan öğrencilerin yalnızca %3,8 olduğu dikkati çekmektedir. Genel ortalamaya bakıldığında ise araştırmaya dahil olan fen bilgisi öğretmen adaylarının yalnızca %33' ünün çözümleri kimyası ile ilgili bilimsel bir bilgiye sahip olduğu görülmektedir.

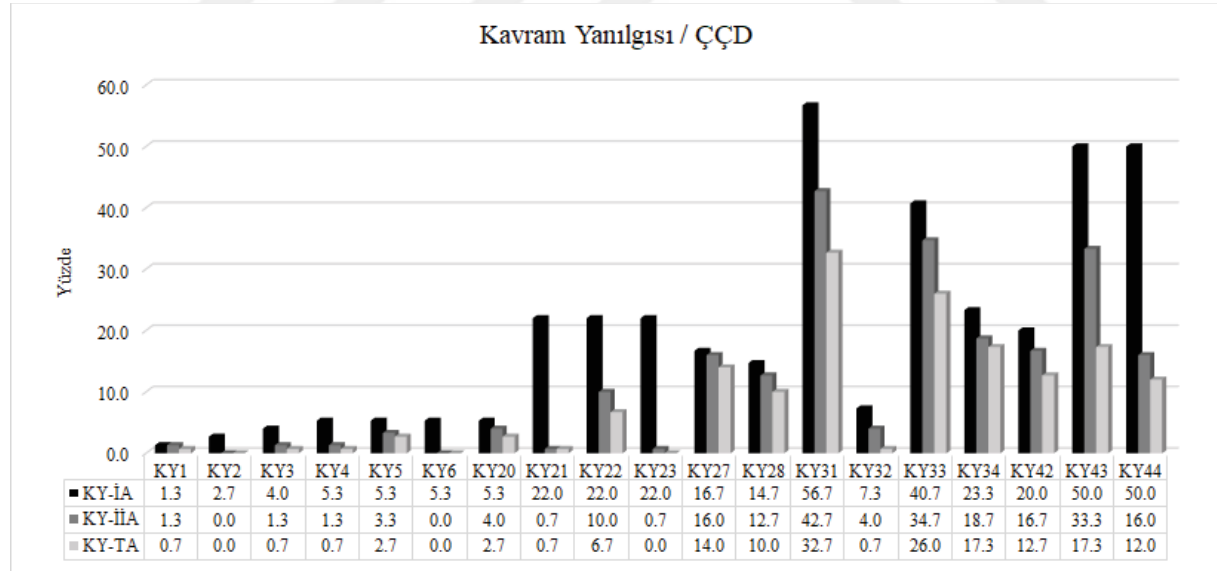
Her bir kategori açısından bilgi eksikliğine sahip olan öğrencilerin oranları incelendiğinde %43,5 oranıyla ÇEF kategorisi ilk sırada yer almaktadır. Analiz sonuçları katılımcıların %40,8' inin KÖ konusunda bilgi eksikliğine sahip olduğunu göstermiştir. Diğer taraftan araştırmaya katılan öğretmen adaylarının %16,5' inin ise İİÖÇ kategorisinde bilgi eksikliği olduğu sonucuna ulaşılmıştır. ÇÇD kategorisinde bilgi eksikliğine sahip katılımcıların oranının %14,9 olarak hesaplanırken, ÇHEF kategorisinde bu oran %11 olarak belirlenmiştir. Bilgi eksikliğine sahip katılımcıların oranlarının genel ortalamasına bakıldığında %25 olduğu görülmektedir. Başka bir ifadeyle, araştırmaya katılan öğretmen

adaylarının %25' inin çözümler kimyası ile ilgili bilgi eksikliğine sahip olduğu ortaya konmuştur.

Tablo 8' de ayrıca ilk iki aşamaya verdikleri cevaplardan emin olan katılımcıların oranları da alt başlıklara göre sunulmuştur. Verdiği cevaplardan emin olan katılımcıların en yüksek orana (%85,0) sahip oldukları kategorinin ÇEF olduğu görülmektedir. ÇÇD kategorisinde bu oran %78,6 iken, ÇEF kategorisinde %48,0'dır. İİÖÇ kategorisinde verdikleri cevaplardan emin olanların oranı %70,0 iken KÖ kategorisi verdiği cevaplardan emin olan katılımcıların oranının en düşük (%56,3) kategoridir. Genel ortalamaya bakıldığında katılımcıların %68' inin verdiği cevaplardan emin olduğu görülmektedir.

Öğretmen Adaylarının Sahip Olduğu Kavram Yanılgıları

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanılgıları beş kategori altında incelenmiş ve kategorilerden biri olan ÇÇD' ye göre elde edilen analiz sonuçları aşağıdaki grafikte (Grafik8) sunulmuştur.



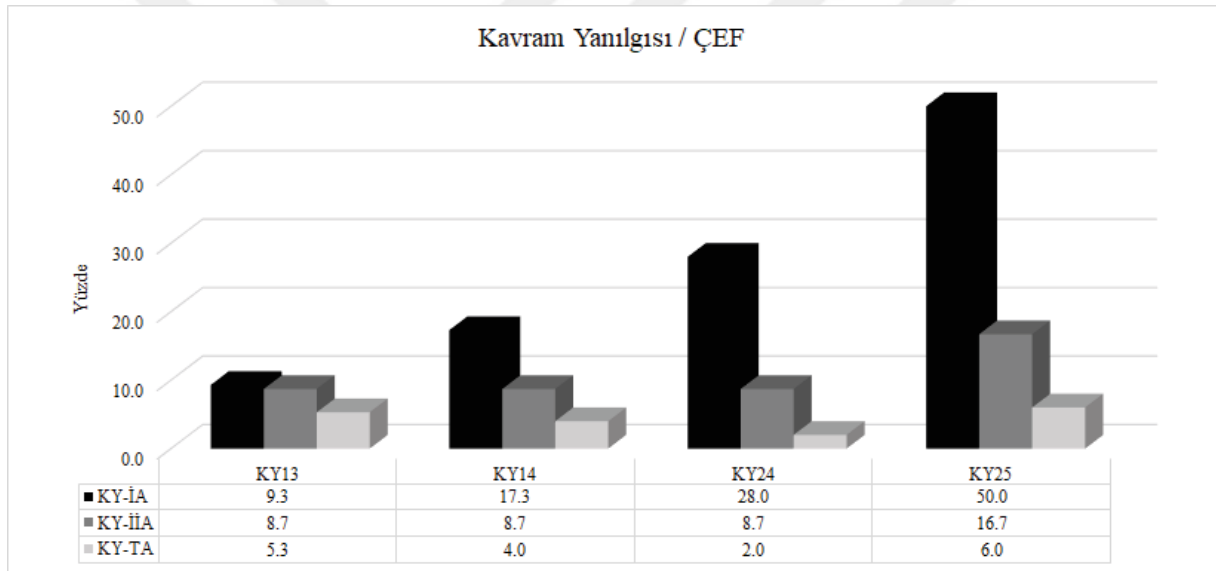
Grafik 8. ÇÇD kategorisinde öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanılgıları

Grafik 8 incelendiğinde, KY-İA oranının genellikle KY-İİA oranından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum katılımcıların testteki soruların ilk aşamasında seçtikleri

kavram yanılığının ikinci aşamada seçtikleri kavram yanılığı ile uyumlu olmamasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca KY-İİA oranının da KY-TA oranlarından yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Bunun nedeni ise katılımcıların testteki soruların ilk iki aşamasında verdikleri cevaplardan emin olmamalarıdır. Bu aşamada toplamda 19 kavram yanılığı incelenmiştir ancak bazı kavram yanılığlarının diğerlerine göre çok daha yaygın olduğu grafikte (Grafik 8) görülmektedir. Bu aşamada karşılaşılan en yaygın kavram yanılığı, katısıyla dinamik denge halindeki bir tuz-su çözeltisi ağzı açık bir şekilde hacmi yarıya inene kadar beklemeye bırakıldığında çözücünün birim hacmi başına düşen çözünen miktarı arttığı için çözeltideki tuz konsantrasyonunun artacağına olan inanıştır (KY31) ve öğretmen adaylarının %32,7' sinde bu kavram yanılığına rastlanmıştır. Katılımcıların %26,0' sinda karşılaşılan bir diğer yaygın kavram yanılığı çözücü miktarı arttırıldığında çözücünün daha çok çözünen çözebileceği için çözünenin çözünürlüğünde artış meydana geleceğine dair olan inanıştır (KY33). Çözücü miktarındaki değişimle birlikte çözünenin çözünürlüğünde değişip değişmediği konusunda öğretmen adaylarının (%17,3) sahip olduğu bir diğer kavram yanılığı çözücü miktarı arttırıldığında çözücünün birim hacmi başına düşen çözünen miktarı azaldığı için çözünenin çözünürlüğünün azalacağına düşünülmesidir (KY34). Bu çalışmada karşılaşılan bir başka kavram yanılığı ise dipte çözebileceğinden az çözünenin katısı bulunan doymamış tuz çözeltisi ağzı kapalı bir şekilde aynı sıcaklıkta beklemeye bırakıldığında, tuz sudan ağır olduğundan dolayı çözünen tuzun da dipte birikeceğine inanılmasıdır (KY42) ve bu kavram yanılığına katılımcıların %12,7' sinde rastlanmıştır. Bununla birlikte, öğretmen adaylarının %17,3' ünün ise dipte çözebileceğinden az çözünenin katısı bulunan doymamış tuz çözeltisi ağzı kapalı bir şekilde aynı sıcaklıkta beklemeye bırakıldığında, dışarıdan bir müdahale (karıştırma, sıcaklık arttırma) yapılmadığı için dipteki katının olduğu gibi kalacağına (KY43) inandıkları belirlenmiştir. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının %12,0' si ise dipte katı olmasından dolayı bu çözeltinin aşırı doymuş bir çözelti olduğunu ve

bu nedenle dipteki katının olduğu gibi kalacağına (KY44) inandıkları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının %6,7' si doymun bir su-şeker çözeltisinin bir miktarı boşaltıldığında bir miktar şeker de çözeltiyle birlikte çözeltiden uzaklaşacağı için birim hacim başına düşen şeker miktarının azalacağını ve bu nedenle çözeltinin derişiminin azalacağını düşünmektedir (KY22). Öğretmen adaylarının %14,0' ünün ise doymamış bir şeker-su çözeltisinde şeker moleküllerinin su moleküllerinden daha ağır olduğu için kabın dibine çökerek moleküler düzeyde heterojen bir şekilde dağıldığına inandıkları saptanmıştır (KY27).

ÇEF kategorisinde tespit edilen dört kavram yanılığına öğretmen adaylarının sahip olma oranları Grafik 9' da sunulmuştur.

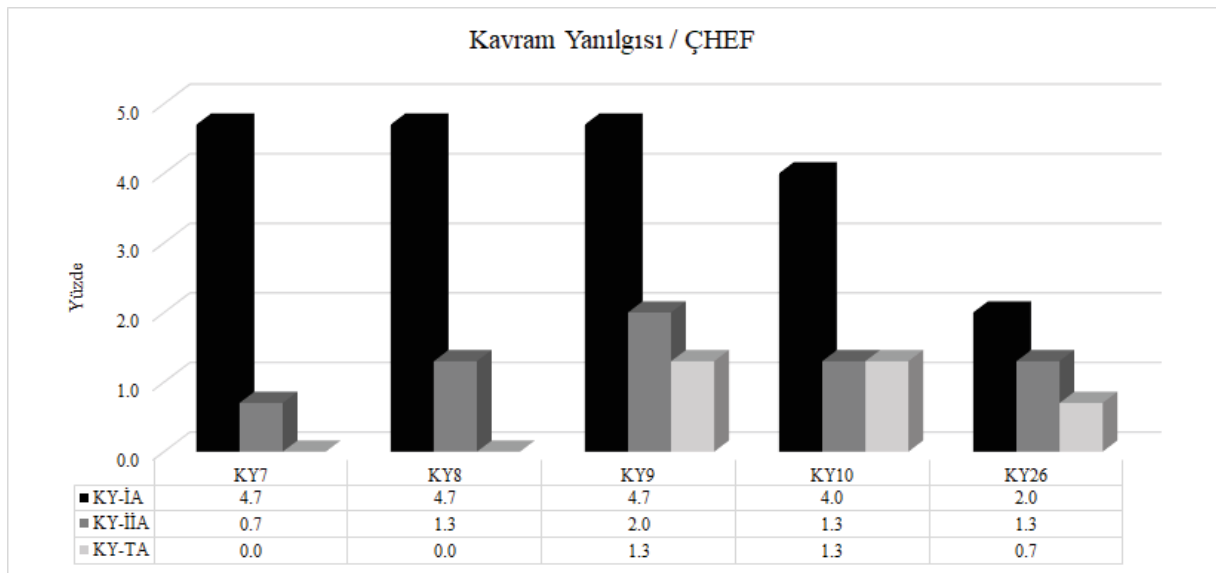


Grafik 9. ÇEF kategorisinde öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanılığı

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının %5,3' ünün doymuş bir çözeltiye yeni çözünen ilavesinden sonra çözeltiyi karıştırmanın eklenen çözünenin dibe çökmesine neden olacağına ve bu nedenle de çözeltinin derişiminin azalacağına (KY13) inandıkları saptanmıştır. Diğer taraftan katılımcıların %4,0' ü ise doymuş bir çözeltiye yeni çözünen ilavesinden sonra çözeltiyi karıştırmanın eklenen çözünenin çözünmesine yardımcı olacağı ve bu sayede çözeltinin derişiminin artacağı (KY14) inancına sahip oldukları belirlenmiştir. Bu

kategoride gazların çözünmesi üzerinde inert gaz ilavesinin etkisi ile ilgili yöneltilen soruda ise öğretmen adaylarının iki farklı kavram yanılığına sahip oldukları görülmüştür. Bu kavram yanılığlarından biri, su üzerindeki gaz türünün ne kadar az olursa suyun içinde çözünmesi o kadar kolay olacağından dolayı sabit sıcaklık ve basınçta X gazı çözeltisini içeren bir kaba inert bir gaz ilavesinin X gazının konsantrasyonunu düşüreceğine (KY25) olan inançtır. Bu kavram yanılığına katılımcıların %6' sinde rastlanmıştır. Bununla birlikte öğretmen adaylarının %2' sinin sabit sıcaklık ve basınçta X gazı çözeltisi içeren bir kaba inert bir gaz ilavesinin X gazının konsantrasyonunu arttıracığına inandıklarını belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak ise suda çözünen gaz miktarının suyun üzerindeki gazın toplam basıncı ile doğru orantılı oluşunu (KY24) gösterdikleri saptanmıştır. Tablo 8' e bakıldığında gazların çözünmesi üzerinde inert gaz ilavesinin etkisi ile ilgili olarak katılımcıların %72' sinin bilgi eksikliğine sahip olduğu ve katılımcıların sadece %3'ünün bu konuya ilişkin bilimsel bilgiye sahip olduğu görülmektedir.

ÇHEF kategorisinde tespit edilen dört kavram yanılığında öğretmen adaylarının sahip olma oranları Grafik 10' da sunulmuştur.

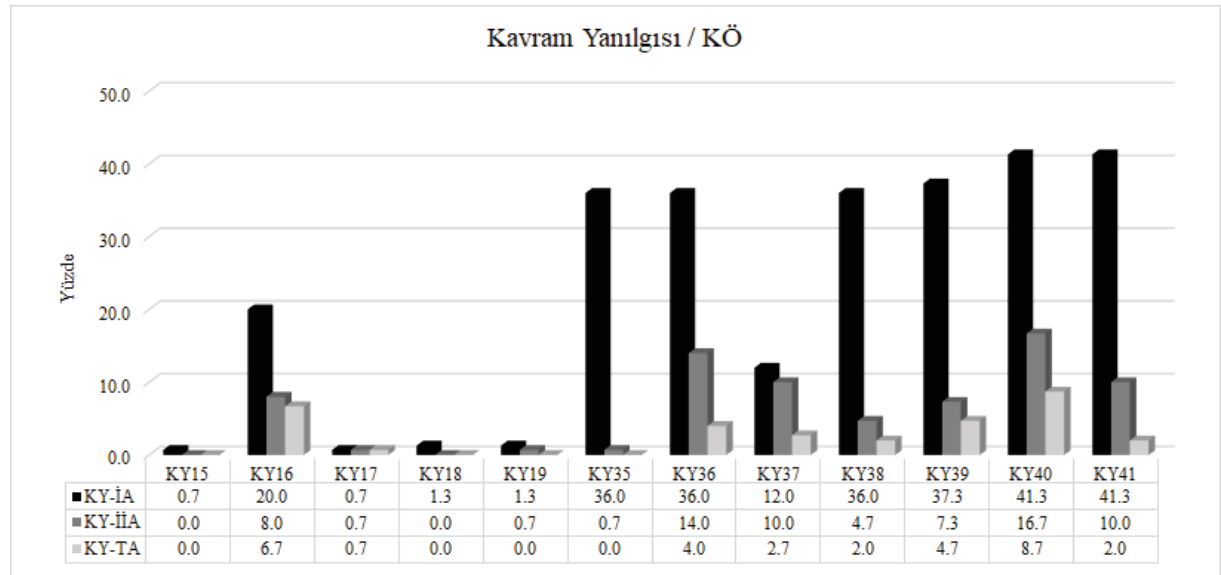


Grafik10. ÇHEF kategorisinde öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanılığları

ÇHEF kategorisinde temas yüzeyinin çözünme hızı üzerindeki etkisine yönelik olarak öğretmen adaylarının kavram yanılgılarını belirlemek için aynı ortamda bulunan iki kapta aynı sıcaklıktaki ve miktardaki sudan birine toz şeker, diğerine ise aynı miktarda küp şeker atıldığı belirtilmiş ve katılımcılardan bunların çözünme hızlarını karşılaştırmaları istenmiştir. Buna yönelik olarak katılımcıların %1,3' ünün çözünen madde miktarı aynı olduğu sürece çözünme hızının değişmeyeceğine inandıkları ortaya konmuştur. Başka bir ifadeyle, bu katılımcıların toz şeker ve küp şekerin miktarları aynı olduğundan dolayı aynı sürede çözüneceğine inandıkları belirlenmiştir. Diğer taraftan bu soruya ilişkin olarak bazı öğrencilerin yanlış nedenli doğru cevap verdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Örneğin, öğretmen adaylarının %91,3' ü toz şekerin küp şekerden daha hızlı çözüneceğini belirtmesine rağmen bu cevabı verenlerin %6' sının toz haldeki şeker moleküllerinin su içerisindeki boşlukları daha kolay doldurduklarından dolayı toz şekerin küp şekerden daha hızlı çözündüğüne inandıkları belirlenmiştir. Katılımcıların %4,7' si ise toz şekerde moleküller arası etkileşimler daha zayıf olduğundan dolayı toz şekerin küp şekerden daha hızlı çözüneceğine inandıkları saptanmıştır. Diğer taraftan öğretmen adaylarının %1,3' ünün temas yüzeyi azaldıkça çözünme hızının artacağı ve bu nedenle de küp şekerin toz şekerden daha hızlı çözüneceğine inandıkları saptanmıştır. Sıcaklığın çözünme hızı üzerindeki etkisine ilişkin soruya verilen cevaplardan araştırmaya katılan öğretmen adaylarının sadece %0,7' sinin çözünen madde cinsi aynı olduğu taktirde aynı miktardaki iki küp şekerden sıcak suya atılan ile soğuk suya atılanın aynı anda çözüneceğine inandıkları belirlenmiştir. Bununla birlikte sıcaklığın çözünme hızı üzerindeki etkisine ilişkin soruya öğretmen adaylarının bazılarının yanlış nedenli doğru cevap verdikleri saptanmıştır. Daha açık bir ifadeyle, katılımcıların %97,3' ü aynı miktarda iki küp şekerden sıcak suya atılanın soğuk suya atılandan daha çabuk çözüneceğini düşünmelerine rağmen bunun nedeni ile ilgili doğru bilgiye sahip olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Örneğin, öğretmen adaylarının %26' sı sıcak suyun şekeri daha kolay

erittiğinden dolayı sıcak suya atılan küp şekerin daha hızlı çözüneceğine inandıkları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının %15,3' ünün ise sıcak suda şeker ve su molekülleri arasındaki çekim kuvvetlerinin daha fazla olmasından dolayı sıcak suya atılan aynı miktardaki küp şekerin soğuk suya atılandan daha hızlı çözüneceğine inandıkları belirlenmiştir.

KÖ kategorisinde incelenen on iki kavram yanılığına ilişkin analiz sonuçları Grafik 11' de sunulmuştur.



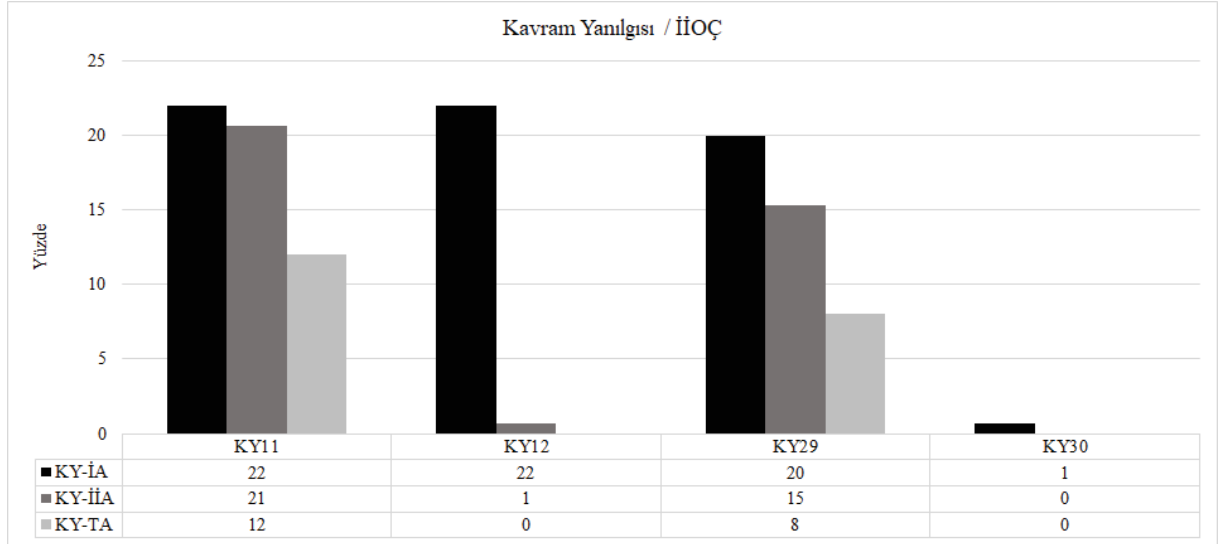
Grafik 11. KÖ kategorisinde öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanılığı

Tuzlu/şekerli su çözeltilerinin saf su ile kaynama noktası, buhar basıncı ve donma noktası karşılaştırılmalarına yönelik sorular içeren KÖ kategorisindeki sorulardan biri tuzlu su ve saf suyun kaynama noktalarının karşılaştırıldığı sorudur. Bu soruya verilen cevapların analiz sonuçları öğretmen adaylarının %6,7' sinin su ve tuz molekülleri arasındaki etkileşimden dolayı su moleküllerinin daha zor buharlaştığı ve bu nedenle de saf suyun kaynama noktasının tuzlu suyun kaynama noktasından daha yüksek (KY16) olduğuna inandıklarını göstermiştir. Öğretmen adaylarının %1' inin ise tuz buharlaşmadığından dolayı tuzlu suyun kaynama noktasının saf suyun kaynama noktası ile aynı olduğuna inandıkları saptanmıştır. Bu soruya ilişkin olarak da bazı öğretmen adaylarının yanlış nedenli doğru

cevap verdikleri ve cevaplarından emin oldukları belirlenmiştir. Daha açık bir ifadeyle, öğretmen adaylarının %79,3' ü tuzlu suyun kaynama noktasının saf suyun kaynama noktasından yüksek olduğunu düşünmesine rağmen bu öğretmen adaylarının %10,7' sinin tuzun kaynama noktasının suyun kaynama noktasından yüksek olduğundan dolayı tuzlu suyun kaynama noktasının saf suyun kaynama noktasından yüksek olduğuna inandıkları sonucuna ulaşmıştır. Bununla birlikte, tuzlu suyun kaynama noktasının saf suyun kaynama noktasından yüksek olduğunu düşünen katılımcıların %61,3'ü, su molekülleri ile tuz molekülleri arasındaki etkileşimden dolayı su moleküllerinin buharlaşmasının zorlaşacağını neden olarak göstermişlerdir. Bu kategorideki bir başka soruda öğretmen adaylarından aynı sıcaklıktaki özdeş iki kaptaki şeker-su çözeltisinin ve saf suyun buhar basınçlarını karşılaştırmaları istenmiştir. Bu soruya verilen cevaplar analiz edildiğinde katılımcıların %4' ünün buhar basıncı ve derişim arasında doğrusal bir ilişki olduğuna ve bu nedenle de aynı sıcaklıktaki özdeş iki kaptan birinde olan şeker-su çözeltisinin buhar basıncının saf suyun buhar basıncından yüksek (KY36) olduğuna inandıkları görülmüştür. Şeker-su çözeltisinin buhar basıncının saf suyun buhar basıncından yüksek olduğunu düşünen öğretmen adaylarından %2' si ise, suda çözünen şeker moleküllerinin su molekülleri arasındaki çekim kuvvetlerini zayıflatmasından dolayı daha çok su molekülünün buharlaşmasına yol açmasını (KY38) bunun nedeni olarak göstermişlerdir. Öğretmen adaylarının %2,7' si ise sıvıların her sıcaklıkta buharlaştığını ve her iki sıvının da sıcaklıkları aynı olduğu için saf suyun buhar basıncı ile şeker-su çözeltisinin buhar basıncı aynı olduğunu ifade etmişlerdir (KY37). Diğer sorularda olduğu gibi bu soruda da yanlış nedenli doğru cevaplara rastlanmıştır. Örneğin, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının hemen hemen yarısı (%46,7) aynı sıcaklıktaki özdeş iki kaptan birinde bulunan saf suyun buhar basıncının şeker-su çözeltisinin buhar basıncından yüksek olduğunu belirten cevabını işaretlerken bu öğretmen adaylarının %15,3' ü şeker moleküllerinin su moleküllerini tutarak buharlaşmasını engellemesini cevaplarının nedeni

olarak göstermişlerdir. Bu kategorideki bir diğer soruda aynı ortamda kaynamakta olan ağız açık iki kaptan birinde bulunan saf su ve diğerinde ise tuz-su çözeltisinin bulunduğu belirtilmiş ve bunların buhar basınçlarının karşılaştırılarak ve cevapların nedenlerinin belirtilmesi istenmiştir. Elde edilen verilerin analizi araştırmaya katılan öğretmen adaylarının %8,7' sinin çözeltilerin kaynama noktasının saf çözücünün (su) kaynama noktasından yüksek olmasından dolayı aynı ortamda ağız açık iki kaptan birinde kaynamakta olan tuz-su çözeltisinin buhar basıncının kaynamakta olan saf suyun buhar basıncından düşük (KY40) olduğuna inandıklarını ortaya koymuştur. Diğer taraftan katılımcıların %4,7' sinin ise buhar basıncı ve derişim arasında doğrusal bir ilişki olduğundan dolayı aynı ortamda ağız açık iki kaptan birinde kaynamakta olan tuz-su çözeltisinin buhar basıncının kaynamakta olan saf suyun buhar basıncından yüksek (KY39) olduğuna inandıkları saptanmıştır. Bununla birlikte, öğretmen adaylarının %2' sinin ise tuzun su ile tepkimeye girmesinden dolayı çözeltide buharlaşacak su miktarının azalması nedeniyle aynı ortamda ağız açık iki kaptan birinde kaynamakta olan tuz-su çözeltisinin buhar basıncının kaynamakta olan saf suyun buhar basıncından küçük olduğuna inandıkları belirlenmiştir. Tablo 8' de bakıldığında KÖ'nün en yüksek bilgi eksikliği ortalamasına (%40,8) sahip kategorilerden biri olduğu görülmektedir. Bu kategoride sorulan dört soruda bilimsel bilgiye sahip katılımcıların oranı %1 ile %8 arasında değişmektedir.

İİÖÇ kategorisinde incelenen dört kavram yanılıısına ilişkin analiz sonuçları Grafik 12' de sunulmuştur.



Grafik 12. İİÖÇ kategorisinde öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanılgıları

İİÖÇ kategorisindeki sorulardan birinde katılımcılardan doymuş ve doymamış tuz-su çözeltilerinin elektrik iletkenliklerini kıyaslamaları ve cevaplarının nedenlerini belirtmeleri istenmiştir. Bu soruya verilen cevaplar analiz edildiğinde öğretmen adaylarının %12'sinin elektrik iletkenliğinin çözünmüş madde miktarına bağlı olmadığından dolayı özdeş iki kaptan birinde bulunan doymuş tuz-su çözeltisi ile diğer kapta bulunan doymamış tuz-su çözeltisinin elektrik iletkenlikleri arasında bir fark olmadığına inandıkları ortaya konmuştur. Bu kategorideki diğer soruda ise doymuş bir tuz-su çözeltisine aynı koşullarda ilave edilen tuz ile birlikte tuz-su çözeltisinin elektrik iletkenliğinde bir değişim olup olmayacağı sorulmuş ve araştırmaya katılan öğretmen adaylarının %8'inin elektrik iletkenliğinin eklenen çözünen ile doğru orantılı olduğu ve bu nedenle tuz eklendikçe doymuş çözeltinin elektrik iletkenliğinin artacağına inandıkları saptanmıştır.

Bölüm V: Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Tartışma

Üç aşamalı tanılayıcı bir test kullanarak fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler kimyası ile ilgili kavram yanlışlarının ortaya çıkarılmaya çalışıldığı bu araştırmada, veri toplama aracı olarak Çözeltiler Kimyası Tanılayıcı Testi (ÇöKiTaT) kullanılmıştır. Araştırmacı tarafından yapılan analizler 17 adet üç aşamalı sorudan oluşan ÇöKiTaT' in fen bilgisi öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını tespit etmede geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

ÇöKiTaT' in uygulanması ile elde edilen verilerin analiz sonuçları fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler kimyası ile ilgili olarak yetersiz bir kavramsal anlamaya sahip olduklarını göstermektedir. Bu durumun çözeltiler kimyasının soyut ve kompleks doğası ile ilişkili olabileceği tahmin edilmektedir (Chittleborough & Treagust, 2007; Nakhleh, 1992). Buna karşın mevcut çalışmadaki bilimsel bilgi (TA/BB) ortalaması %34 iken (*%1 ile %86 arasında değişmektedir*) emin olma (EO) ortalamasının %69 (*%23 ile %92 arasında değişmektedir*) olması dikkati çekmektedir. Benzer bir bulguya üç aşamalı tanılayıcı bir testin kullanıldığı Arslan ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada da rastlanmıştır. Bu durum cevaplayıcıların mevcut konu ile ilgili bilgilerine aşırı özgüven duymalarından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca her bir sorunun üç aşamadan oluştuğu ÇöKiTaT' a verilen cevapların analizi, testteki her bir sorunun ilk aşamasına doğru cevap verenlerin oranının aynı sorunun ilk iki aşamasına doğru cevap verenlerin oranından küçük olduğunu göstermektedir. Testteki soruların ilk aşamasının cevaplayıcıların içerik bilgisini sorguladığını ve ikinci aşamanın ise verilen cevabın nedenini sorguladığını dikkate alındığında, bu sonuç fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler kimyası ile ilgili kısmi içerik bilgisine sahip olmalarına rağmen sahip oldukları içerik bilgisinin nedenleri konusunda yeterli kavramsal anlamaya sahip olmadıkları şeklinde yorumlanabilir. Dahası, ilk iki aşamaya doğru cevap verenlerin oranının, hem ilk iki

aşamaya doğru cevap verip hem de verdiği cevaplardan emin olan cevaplayıcıların oranından yüksek olduğu saptanmıştır. Testteki sorularda üçüncü aşamanın güven aşaması olması sebebiyle elde edilen bu sonuç, ilk iki aşamaya doğru cevap veren her katılımcının verdikleri cevaplardan emin olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Diğer taraftan, testteki her bir soruda ilk iki aşamaya doğru cevap verip verdiği cevaplardan emin olanların oranının (BB/TA), aynı sorunun (EO) oranından düşük olması, ilk iki aşamaya ya da ilk iki aşamadan herhangi birine yanlış cevap verenlerin bazılarının verdiği cevaplardan emin olduğu sonucunu doğurmaktadır. Bu bulgu, düşük performans gösteren öğrencilerin bildiklerine olduğundan fazla değer biçtiği sonucuna ulaşan Pazicni ve Bauer (2014)'in bulguları ile uyumludur. Benzer bir bulguya Arslan ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada da rastlanmıştır. “Dunning Kruger Etkisi” olarak bilinen teori, bilgisiz öğrencinin kendine olan güveninin fazla olduğunu ileri sürmektedir (Kruger & Dunning, 1999). Çalışmada düşük performans gösteren öğrencilerin bilgilerine olduğundan fazla değer vermesi bu teori ile açıklanabilmektedir.

Elde edilen verilerin analizi fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler kimyası ile ilgili çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermiştir. Çözünürlük ve çözelti dengesi, kavram yanlışlarının en fazla rastlandığı alt konulardan biridir. Özellikle derişim kavramı ile ilgili öğretmen adaylarının çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Örneğin, bazı fen bilgisi öğretmen adaylarının katısıyla dinamik denge halindeki bir tuz-su çözeltisi ağız açık bir şekilde hacmi yarıya inene kadar beklemeye bırakıldığında çözücünün birim hacmi başına düşen çözünen miktarı arttığı için çözeltideki tuz konsantrasyonunun artacağına inandıkları belirlenmiştir (KY31). Benzer şekilde, Adadan ve Savaşçı (2012) tarafından yapılan bir çalışmaya katılan lise öğrencilerinin, şeker-su çözeltisinin hacmi arttırıldığında birim hacim başına düşen çözünmüş şeker miktarının azalacağına ve bu nedenle de eklenen suyun şekerin çözünürlüğünü artacağına inandıkları saptanmıştır. Çalışmada en sık rastlanan kavram yanlışlarından çözücü miktarındaki artışın,

çözünenin çözünürlüğünü arttıracığı yanılıdır (KY33-KY34). Coştu ve ark. (2007)' nin çalışmasında da benzer bir şekilde çözücünün miktarının çözünürlüğü etkilediğine dair kavram yanılıları elde edilmiştir. Katılımcılarda sık rastlanan bir diğer yanılı düşünce ise dipte çözebileceğinden az çözünenin katısı bulunan doymamış tuz çözeltisi ağzı kapalı bir şekilde aynı sıcaklıkta beklemeye bırakıldığında, dışarıdan bir müdahale (karıştırma, sıcaklık arttırma) yapılmadığı için dipteki katının olduğu gibi kalacağıdır (KY43). Blanco ve Prieto (1997)' nin yaptığı çalışmada, katılımcıların benzer yanılıya sahip olduğunu ifade etmiştir. Çayın içerisine şekerin atılması ve dışarıdan bir müdahale yapılmadığı sürece dipte şekerin katısının bir süre birikmiş olarak beklemesi gibi günlük hayatta yaşanan bazı tecrübelerin bu kavram yanılısının kaynaklarından biri olabileceği tahmin edilmektedir

Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi eksikliğinin, en fazla koligatif özellikler ile ilgili sorularda olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının koligatif özelliklere dair bilgilerinin ölçüldüğü sorulardan birinde kaynama noktası ve buhar basıncı ilişkisi incelenmiştir. Katılımcıların %11'inin, kaynamakta olan tuz-su çözeltisinin kaynama noktasının saf suyun kaynama noktasından yüksek olduğundan dolayı, aynı ortamda ağzı açık iki kaptan birinde kaynamakta olan tuz-su çözeltisinin buhar basıncının kaynamakta olan saf suyun buhar basıncından düşük (KY40) olduğuna inandıkları saptanmıştır. Öğretmen adayları ile yapılan başka çalışmalarda da atmosfer basıncı altında kaynayan farklı sıvıların buhar basınçlarının farklı olduğu yanılısına sahip oldukları tespit edilmiştir (Canpolat, Pınarbaşı & Sözbilir, 2006; Pınarbaşı & Canpolat, 2003). Canpolat ve Pınarbaşı (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, katılımcı kimya öğretmen adaylarının kaynama noktası ve buhar basıncı kavramlarına yönelik olarak Bloom Bilişsel Taksonomisi'nde alt basamaklarda kaldıkları ve arzu edilen kavramsal anlayışa sahip olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Canpolat ve Pınarbaşı (2012), kaynak kitaplarda ve derslerde kaynama konusu ile ilgili kavramlara ilişkin tanımların çoğunlukla nasıl geliştirildiğine dair bir açıklama yapılmaksızın sadece tanımların verildiğini

ve bu nedenle de öğrencilerin bu kavramları sorgulamadan ve irdelemeden tanımları ezberleme eğiliminde olduklarına vurgu yapmıştır. Örneğin, kaynama noktası ve buhar basıncı arasındaki ilişkiyi açıklamak için ifade edilen “kaynama noktası ile buhar basıncı ters orantılıdır” gibi cümlelerin eğitimciler tarafından irdelenmemesi ve öğrenciler tarafından üzerinde düşünülmeden olduğu gibi alınması kavram yanlışlarının gelişmesine önderlik edebilir. Örneğin, tuzlu suyun saf sudan daha yüksek bir sıcaklıkta kaynadığını bilen bir öğrenci “kaynama esnasında” ibaresini dikkate almaksızın yukarıda bahsi geçen cümleyi olduğu gibi aldığı durumda kaynamakta olan tuzlu su çözeltisinin buhar basıncının aynı ortamda kaynamakta olan saf suyun buhar basıncından düşük olduğunu düşünebilir. Diğer taraftan, tuz-su çözeltisinin kaynama noktasının saf suyun kaynama noktasından yüksek olduğunu bilen öğretmen adaylarının önemli bir kısmı ise su ve tuz molekülleri arasındaki etkileşimin su moleküllerinin buharlaşmasını zorlaştırdığından dolayı tuz-su çözeltisinin kaynama noktasının saf suyun kaynama noktasından yüksek olduğuna inandıkları ortaya konmuştur. Benzer bir sonuca Pınarbaşı ve Canpolat (2003)’ün çalışmasında yer verilmiştir. Akpınar (2010) ise çözücü moleküllerinin, çözünen moleküller tarafından tutularak çözünenin çözeltilen uzaklaşmasını engelledikleri kavram yanlışlığına ulaştığını belirtmiştir. Hem mevcut çalışma hem de literatürdeki ilgili çalışmalar değişik öğrenim kademesindeki öğrencilerin koligatif özellikler ile ilgili öğrenme güçlüğü yaşadığını ve çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir. Öğrencilerde koligatif özelliklerle ilgili arzu edilen düzeyde bir kavramsal anlayışın geliştirilememiş olmasının altından yatan nedenlerden birinin, kaynama ve ilişkili kavramların basit olarak düşünülmesi nedeniyle bu kavramların çok fazla irdelenmeden kitaplarda ve kimya sınıflarında genellikle sadece tanımsal ifadelerle yer verilerek öğretiliyor olması olabilir. Bu nedenle mevcut çalışmanın ve ilgili literatürün sonuçlarından, bu kavramların gerek kaynak kitaplarda gerekse öğretim ortamlarında farklı bir yaklaşımla sunulması gerektiği açıktır.

Gazların çözünmesi üzerinde inert gaz ilavesinin etkisi ile ilgili yöneltilen soruda öğretmen adaylarının %6' sının sabit sıcaklık ve basınçta X gazı çözeltisi içeren bir kaba inert bir gaz ilavesinin X gazının konsantrasyonunu arttıracığına inandıklarını belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak ise suda çözünen gaz miktarının suyun üzerindeki gazın toplam basıncı ile doğru orantılı oluşunu (KY25) gösterdikleri saptanmıştır. Bunu destekler nitelikte Pınarbaşı ve Canpolat (2003) çalışmasında çözücü içindeki çözünen gazın miktarı, çözelti üzerindeki gaz karışımının toplam basıncı ile orantılı olduğu kavram yanlışlığını tespit etmiştir. Ayrıca gazların çözünmesi üzerinde inert gaz ilavesinin etkisi ile ilgili olarak katılımcıların %72' sinin bilgi eksikliğine sahip olduğu ve katılımcıların sadece %3' ünün bu konuya ilişkin bilimsel bilgiye sahip olduğu görülmektedir.

Çözeltiler kimyası ile ilgili kavram yanlışlarını incelendiği ilköğretimden üniversite öğrencilerine kadar pek çok kademedeki öğrencinin erime ve çözünme kavramlarının birbirini yerine kullandığı tespit edilmiştir (Akgün & Aydın, 2009; Bilgin ve ark. 2014; Boyraz, ve ark.,2016; Çalık ve ark., 2005; Derman & Eilks, 2016; Ebenezer & Erickson, 1996; Günaydın & Ültay, 2014; Goodwin, 2002; Kalın & Arıklı, 2010; Krnel ve ark., 1998; Mitchell, 2018; Özden, 2009; Pınarbaşı, Canpolat, Bayrakçeken ve Geban, 2006; Valanides, 2000). Çalışmanın mülakat aşamasında yazılı ve sözlü ifadelerde öğretmen adaylarının erime ve çözünme kavramını birbirini yerine kullandıkları tespit edilmiştir. Bunun yanında test içerisine yerleştirilen kavram yanlışlarında ise öğrencilerin erime ifadesinin yer aldığı yanlışların olduğu seçenekleri daha az işaretledikleri görülmüştür. Bunun nedeni çoktan seçmeli sorularda öğrencinin belli ifadelerin içerisinden doğru olanı seçmesinden dolayı, öğrenciyi belirli kalıplar içinde düşünmeye sevk etmesi olabilir (Demir ve ark., 2016; Karataş ve ark., 2003). Çözeltilerin sınıflandırılması ile ilgili olarak sıklıkla rastlanan kavram yanlışlarından biri de dipte katısı bulunan çözeltinin aşırı doymuş çözelti olarak adlandırılmasıdır (Adadan & Savaşçı, 2012; Pınarbaşı & Canpolat, 2003; Pınarbaşı, Sözbilir & Canpolat, 2009; Sağır ve

ark., 2012; Akpınar, 2010). Araştırmada öğretmen adaylarının, %12,0' sinin de dipte katı olmasından dolayı bu çözeltinin aşırı doymuş bir çözelti olduğunu kavram yanılığına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Çözeltilerin heterojen karışımlar olduğu ile ilgili kavram yanılığına pek çok çalışmada rastlanmaktadır (Demirbaş ve ark., 2011; Konur & Ayas, 2008; Valanides, 2000). Çözünmenin gerçekleştiği yer ile ilgili olarak kavramaların ölçülmeye çalışıldığı soruda katılımcıların %61' i bilimsel bilgiye sahipken, kavram yanılığına sahip olanlar da tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının ÇöKiTaT'ta verdiği yanıtlar incelendiğinde, adayların %12,7' sinde dipte çözebileceğinden az çözünenin katısı bulunan doymamış tuz çözeltisi ağız kapalı bir şekilde aynı sıcaklıkta beklemeye bırakıldığında, tuz sudan ağır olduğundan dolayı çözünen tuzun da dipte birikeceği (KY42) kavram yanılığına rastlanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının %14,0' ünün ise doymamış bir şeker-su çözeltisinde şeker moleküllerinin su moleküllerinden daha ağır olduğu için kabın dibine çökerek moleküler düzeyde heterojen bir şekilde dağıldığına inandıkları saptanmıştır (KY27). Valanides (2000) de benzer şekilde, şeker moleküllerinin su moleküllerinden daha ağır olduğu ve bu nedenle çözünenin kabın dibinde heterojen bir şekilde gerçekleşeceği kavram yanılığına rastlamıştır. Sınıf öğretmeni adayları ile çalışma yapan Demircioğlu, Demircioğlu ve Ayas (2004) ise şeker molekülleri her ne kadar homojen dağılsa da suyun alt kısmının daha tatlı olacağı inanışına sahip olduklarını tespit etmiştir. Bu sonuçlara paralel olarak Tezcan ve Bilgin (2004), sıvı çözücüde çözünenin bir kısmının dibe çökmesinin nedeni olarak, çözünenin ağırlığını göstermiştir.

Çözelti oluşumunda kütle korunumu yasasının aksine çözeltinin kütesinin, çözücü ve çözünenin başlangıçtaki kütesinden az veya çok olacağı yönünde kavram yanılığları tespit edilmiştir (Akpınar, 2010; Çalık ve Ayas, 2005b; Demirbaş ve ark., 2011). Bunun aksine ÇöKiTaT' ta yer alan, çözeltinin kütesi ile ilgili kavramsal bilgiyi ölçmek için yöneltilen sorularda bilimsel bilgi düzeyinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir (%86). Çözünme

hızını etkileyen faktörler hakkında kavramaları ölçmek için öğretmen adaylarına yöneltilen sorularda, katılımcıların %91,3' ü toz şekerin küp şekerden daha hızlı çözüneceğini belirtmesine rağmen bu cevabı verenlerin %6'sının toz haldeki şeker moleküllerinin su içerisindeki boşlukları daha kolay doldurduklarından dolayı toz şekerin küp şekerden daha hızlı çözüldüğüne inandıkları belirlenmiştir. Çözünenin çözücü içerisindeki boşlukları doldurduğuna dair kavram yanılgısına literatürde sıkça rastlanmaktadır (Akpınar, 2010; Çalık & Ayas, 2005b; Çalık ve ark., 2006; Şen & Yılmaz, 2012).

Çözeltiler kimyası ile ilgili kavram yanılgılarının tespit edilmesi amaçlanan bu çalışmada literatürde var olan kavram yanılgılarından bazılarına rastlanmıştır. Bu durum, eğitim sistemimizde köklü bir değişim olmadığının ve benzer yanılgıların nesilden nesile aktarıldığının bir göstergesidir.

Sonuç

Fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler kimyası ile ilgili kavram yanılgılarının belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmada kullanılan 17 üç aşamalı sorudan oluşan testin geçerlik ve güvenilirlik analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar testin, Fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler kimyası ile ilgili kavram yanılgılarını tespit etmede geçerli ve güvenilir bir test olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Testin uygulanması ile elde edilen verilerin analizi, fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler kimyası ile ilgili kavramsal anlamalarının yeterli düzeyde olmadığını ve çeşitli kavram yanılgılarına sahip olduklarını ortaya koymuştur. Ayrıca her bir sorunun üç aşamadan oluştuğu testte aşama sayısı arttıkça doğru cevap verenlerin sayısının azaldığı belirlenmiştir. Daha açık bir ifadeyle, hemen hemen testteki her soruda ilk aşamaya doğru cevap verenlerin oranının ilk iki aşamaya doğru cevap verenlerin oranından düşük olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, ilk iki aşamaya doğru cevap verenlerin oranının ise hem ilk iki aşamaya doğru cevap verip hem de verdiği cevaplardan emin olanların oranından düşük olduğu saptanmıştır.

Elde edilen verilerin analizi fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler kimyası ile ilgili kavramsal anlamalarının oldukça düşük olduğunu göstermiştir. Başka bir ifadeyle, çözeltiler kimyasında bilimsel bilgiye sahip öğretmen adaylarının ortalaması %33 olarak hesaplanmıştır. Alt başlıklar bazında incelendiğinde koligatif özellikler fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi düzeylerinin en düşük olduğu alt konu olarak tespit edilmiştir. Analiz sonuçları, öğretmen adaylarının hemen hemen yarısının koligatif özelliklerle ilgili sorularda tanımsal bilgiye sahip olmasına rağmen bu öğretmen adaylarının çok azının verdikleri cevapların nedenlerine dair doğru bir bilgiye sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen verilerin analizi fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler kimyası ile ilgili olarak çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduklarını ortaya koymuştur ve katılımcıların sahip oldukları en yaygın kavram yanlışlarının bazıları şu şekildedir:

- Katısıyla dinamik denge halindeki bir tuz-su çözeltisi ağzı açık bir şekilde hacmi yarıya inene kadar beklemeye bırakıldığında çözücünün birim hacmi başına düşen çözünen miktarı arttığı için çözeltideki tuz konsantrasyonunun artar.
- Çözücü miktarı arttırıldığında çözücü daha çok çözünen çözebileceği için çözünenin çözünürlüğü de artar.
- Çözücü (su) miktarı arttırıldığında çözücünün birim hacmi başına düşen çözünen (şeker) miktarı azaldığı için çözünenin çözünürlüğünü de azalır.
- Dipte çözebileceğinden daha az miktarda çözünenin katısı bulunan doymamış bir tuz-su çözeltisi ağzı kapalı bir şekilde aynı sıcaklıkta beklemeye bırakıldığında, dışarıdan bir müdahale (karıştırma, sıcaklık arttırma) yapılmadığı sürece dipteki katı olduğu gibi kalır.

Yapılan bu çalışma, çözeltiler kimyası ile ilgili kavram yanlışlarının tespit edilmesi açısından önemlidir. Kavram yanlışlarının tespit edilmesi, yanlışların giderilmesi ve

nedenlerinin ortadan kaldırılması açısından önemli bir aşamadır. Bu nedenle bu çalışmanın eğitimin kalitesinin yükselmesi açısından faydalı olması umut edilmektedir.

Öneriler

Bu çalışmada çözeltiler kimyası konusunda bilimsel bilgiden yoksun ve kavram yanılığına sahip üniversite öğrencilerini birbirinden ayırma potansiyeline sahip nitelikte geçerli ve güvenilir bir test geliştirilip uygulanarak literatüre katkı sağlanmıştır. Testin farklı seviyelerdeki örneklem grubu için kullanıma uygunluğu araştırılabilir ya da öğretimin farklı kademelerindeki öğrencilerin çözeltiler kimyası konusundaki kavram yanılıklarını tespit etmeye hizmet edecek geçerli ve güvenilir üç aşamalı testlerin geliştirilmesinde mevcut çalışma model alınabilir. Deneysel çalışmalarda üniversite öğrencilerinin çözeltiler kimyası başarısını ölçmede ya da bu konudaki kavram yanılıklarını tespit etmede geliştirilen test veri toplama aracı olarak kullanılabilir. Ayrıca mevcut test üniversite öğrencilerinin çözeltiler kimyası başarısını farklı değişkenler açısından incelemeyi hedefleyen deneysel olmayan çalışmalarda da veri toplama aracı kullanılabilir. Diğer taraftan küçük bir örneklem üzerinde fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler kimyası ile ilgili kavram yanılıklarının belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmanın sonuçlarının desteklenmesi için daha büyük örneklem üzerinde benzer çalışmaların yapılması gerektiği açıktır.

Kaynakça

- Adadan, E. & Savaşçı, F. (2012). An analysis of 16–17-year-old students' understanding of solution chemistry concepts using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*, 34(4), 513–544.
- Akgün, A. (2009). The relation between science student teachers' misconceptions about solution, dissolution, diffusion and their attitudes toward science with their achievement. *Eğitim ve Bilim*, 34(154), 26.
- Akgün, A. & Aydın, M. (2009). Erime ve çözünme konusundaki kavram yanlışlarının ve bilgi eksikliklerinin giderilmesinde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı grup çalışmalarının kullanılması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(27), 190-201.
- 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.
- Akpınar, İ. A. (2010). *Kimyada çözeltiler konusunun öğretimi için yapılandırmacı yaklaşıma uygun aktif öğrenme etkinliklerinin geliştirilerek uygulanması ve değerlendirilmesi*. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum.
- Akyürek, E. & Afacan, Ö. (2013). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin hücre bölünmesi ve kalıtım ünitesindeki kavram yanlışlarının tespiti ve anoloji ile kavramsal değişim metinleri kullanılarak giderilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1).
- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C. & Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion and acid rain. *International Journal Of Science Education*, 34(11), 1667-1686.
- Annisa, M., Yulinda, R., & Kartini, K. (2017). Identifying The Misconceptions Of Natural Science (IPA) Using CRI (Certanty Of Response Index) At The Primary School Students İn Tarakan. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 2(2), 54-59.

- Atılboz, N. G. (2004). Lise 1. sınıf öğrencilerinin mitoz ve mayoz bölünme konuları ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 147-157.
- Avcı, F., Şeşen, B. A. & Kırbaşlar, F. G. (2014). Determination of seventh grade students' understanding of certain chemistry concepts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 152, 602–606.
- Aykutlu, I. & Şen, A. İ. (2012). Üç aşamalı test, kavram haritası ve analogi kullanılarak lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(166), 274-288.
- Azizoğlu, N., Alkan, M., & Geban, Ö. (2006). Undergraduate pre-service teachers' understandings and misconceptions of phase equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 83(6), 947.
- Barke, H.-D., Hazari, A., & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in chemistry: Addressing perceptions in chemical education*. Berlin: Springer.
- Blanco, A. & Prieto, T. (1997). Pupils' views on how stirring and temperature affect the dissolution of a solid in a liquid: A cross-age study (12 to 18). *International Journal of Science Education*, 19 (3), 303-315.
- Bilgin, A. K., Nas, S. E. & Akbulut, H. İ. (2014). Öğretmen adaylarının “çözünürlük” konusuna yönelik alternatif kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(3), 371–392.
- Boo, H. K., (1998). Students' understandings of chemical bonds and the energetics of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 569-581.
- Boyras, D. S., Hacıoğlu, Y. & Aygün, M. (2016). Argümantasyon ve kavram karmaşası: Erime ve çözünme. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(2), 233-267.

- Büyüköztürk, Ş. (2009). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (10. Baskı). Ankara: Pegem A Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F.(2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (18.Baskı). Ankara: Pegem.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., & Sözbilir, M. (2006). Prospective teachers' misconceptions of vaporization and vapor pressure. *Journal of Chemical Education*, 83(8), 1237.
- Canpolat, N., & Pınarbaşı, T. (2012). Kimya öğretmen adaylarının kaynama olayı ile ilgili anlayışları: bir olgubilim çalışması. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 81-96.
- Caramazza, A., McCloskey, M., & Green, B. (1981). Naive beliefs in “sophisticated” subjects: Misconceptions about the trajectories of objects. *Cognition*, 9, 117–123.
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. (2010). Do students know what they know and what they don't know? using a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions. *Research in Science Education*, 40(3), 313-337.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2007). The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 293-307.
- Champagne, A., Gunstone, R., & Klopfer, L. (1983). Naïve knowledge and science learning. *Research in Science and Technological Education*, 1, 173–183.
- Chittleborough, G., & Treagust, D. F. (2007). The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 274-292.

- Chou, C. Y. (2002). Science teachers' understanding of concepts in chemistry. *Proceedings-National Science Council Republic of China Part D Mathematics Science and Technology Education*, 12(2), 73-78.
- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50(1), 66-71.
- Coştu, B., Ayas, A. & Ünal, S. (2007). Kavram yanılgıları ve olası nedenleri: Kaynama kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 123–136.
- Coştu, B., Ayas, A., Açıkkar, E. & Çalık, M. (2007). Çözünürlük konusu ile ilgili kavramlar ne düzeyde anlaşılıyor? *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 24(2).
- Çalık, M. & Ayas, A. (2003). Çözeltilerde kavram başarı testi hazırlama ve uygulama. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14 (14), 1-17.
- Çalık, M. & Ayas, A. (2004). Farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin çözünme hakkındaki anlamaları: Olay odaklı bir karşılaştırma. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, 61-81.
- Çalık, M. (2005). A cross-age study of different perspectives in solution chemistry from junior to senior high school. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3(4), 671-696.
- Çalık, M. & Ayas, A. (2005). A Comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (6), 638–667.
- Çalık, M., & Ayas, A. (2005a). A cross-age study on the understanding of chemical solutions and their components. *International Education Journal*, 6(1), 30–41.
- Çalık, M., Ayas, A. & Ebenezer, J. V. (2005). A review of solution chemistry studies: Insights into students' conceptions. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 29-50.

- Çalık, M., Ayas, A. & Ünal, S. (2006). Çözünme kavramıyla ilgili öğrenci kavramalarının tespiti: Bir yaşlar arası karşılaştırma çalışması. *Gazi Üniversitesi Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(3), 309-322.
- Çalık, M. & Ayas, A. (2005b). 7.-10. sınıf öğrencilerinin seçilen çözeltiler kavramlarıyla ilgili anlamalarının farklı karışımlar üzerinde incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(3), 329-349.
- Çataloğlu, E. (2002). *Development and validation of an achievement test in introductory quantum mechanics: The quantum mechanics visualization instrument* (Unpublished doctoral dissertation). The Pennsylvania State University.
- Çayan, Y. & Karşlı, F. (2015). 6. sınıf öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişim konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(4), 1437-1452.
- Çepni, S. (2005). *Fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Pegem.
- Çiğdemoğlu, C., & Arslan, H. Ö. (2017). Atmosfer ile ilgili çevre problemleri konularında kavram yanlışlarını tespit eden üç aşamalı tanı testinin Türkçe'ye uyarlanması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 671-699.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G. & Ayas, A. (2004). Sınıf öğretmen adaylarının bazı kimya kavramlarını anlama düzeylerinin klinik mülakatlarla tespiti. *Ondokuzmayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 53-66.
- Dindar, A. Ç., & Geban, O. (2011). Development of a three-tier test to assess high school students' understanding of acids and bases. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 600-604.
- Demir, N., Kızılay, E. & Bektaş, O. (2016). 7.sınıf çözeltiler konusunda başarı testi geliştirme: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(1), 209-237.

- Demirci, N. & Efe, S. (2007). İlköğretim öğrencilerinin ses konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1),23-26.
- Demirbaş, 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.
- Derman, A., & Eilks, I. (2016). Using a word association test for the assessment of high school students' cognitive structures on dissolution. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 902-913.
- Driver, R. (1981). Pupils' alternative frameworks in science. *European Journal of Science Education*, 3(1), 93-101.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Duman, B. (2009). *Neden beyin temelli öğrenme*. Ankara: Pegem
- Ebenezer, J. V., & Erickson, G. L. (1996). Chemistry students' conceptions of solubility: A phenomenography. *Science Education*, 80(2), 181-201.
- Gabel, D. (1999). Improving Teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical education*, 76(4), 548.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J., & Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science education*, 66(4), 623-633.
- Gomez-Zwiep, S. (2008). Elementary teachers' understanding of students' science misconceptions: Implications for practice and teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 19(5), 437-454.

- Groves, F. H., & Pugh, A. F. (1999). Elementary pre-service teacher perceptions of the greenhouse effect. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 75-81.
- Goh, N. K., & Chia, L. S. (1986). A practical way to diagnose pupils' misconceptions in science. *Teaching and Learning*, 6(2), 66-72.
- Goodwin, A. (2002). Is salt melting when it dissolves in water? *Journal of Chemical Education*, 79(3), 393.
- Günaydın, E., & Ültay, N. (2014). 7. sınıf öğrencilerinin "karışımlar" konusu ile ilgili alternatif kavramlarının kavram karikatürleriyle giderilmesi. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(10), 156-170.
- Güneş, T., Dilek, N. Ş., Demir, E.S., Hoplan, M. & Çelikoğlu, M. (2010). Öğretmenlerin kavram öğretimi, kavram yanlışlarını saptama ve giderme çalışmaları üzerine nitel bir araştırma. *International Conference on New Trends in Education and Their Implication* (s. 936-944), Antalya-Turkey.
- Gürel, D. K., Eryılmaz, A., & McDermott, L. C. (2015). A review and comparison of diagnostic instruments to identify students' misconceptions in science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(5).
- Hestenes, D., & Halloun, I. (1995). Interpreting the force concept inventory. *Physics Teacher*, 33, 502-506.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry-logical or psychological?. *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1), 9-15.
- Kahraman, S. (2019). Evaluating university students' understanding of atmospheric environmental issues using a three-tier diagnostic test. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 9(1), 1-17.

- Kalın, B. & Arıkıl, G. (2010). Çözeltiler konusunda üniversite öğrencilerinin sahip olduğu kavram yanlışları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2).
- Karataş, F., Köse, A. & Coştu, A. (2003). Öğrenci yanlışlarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13 (13), 54-69.
- Kaltakçı, D. (2012). *Development and application of a four - tier misconception test to assess pre-service students' misconception about geometric optics*. (Unpublished Doctoral Thesis). Middle East Technical University, Institute of Educational Sciences, Ankara, Turkey.
- Karslı, F., & Ayas, A. (2013). Prospective science teachers' alternative conceptions about the chemistry issues. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 7(2).
- Khalid, T. (2003). Pre-service high school teachers' perceptions of three environmental phenomena. *Environmental Education Research*, 9(1), 35-50.
- Konur, B. K., ve Ayas, A. (2008). Sınıf öğretmeni adaylarının bazı kimya kavramlarını anlama seviyeleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(1), 83-90.
- Köse, S., Coştu, B., & Keser, F. (2003). Fen konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi: Tga yöntemi ve örnek etkinlikler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 43-53.
- Krause, S., & Isaacs-Sodeye, W. (2013). The effect of a visually-based intervention on students' misconceptions related to solutions, solubility and saturation in a core materials course. *ASEE Annual Conference Proceedings*.

- Krause, S., & Tasooji, A. (2007). Diagnosing students' misconceptions on solubility and saturation for understanding of phase diagrams. In *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*.
- Krnjel, D., Watson, R., & Glažar, S. A. (1998). Survey of research related to the development of the concept of 'matter'. *International Journal of Science Education*, 20(3), 257-289.
- Kruger, J. & Dunning, D. (1999). Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. *J. Pers. Soc. Psychol*, 77, 1121-1134.
- Kirbulut, Z. D., & Geban, O. (2014). Using three-tier diagnostic test to assess students' misconceptions of states of matter. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(5), 509-521.
- Mak, S. Y., Yip, D. Y., & Chung, C. M. (1999). Alternative conceptions in biology-related topics of integrated science teachers and implications for teacher education. *Journal of Science Education and Technology*, 8(2), 161-170.
- McClary, L. M., & Bretz, S. L. (2012). Development and assessment of a diagnostic tool to identify organic chemistry students' alternative conceptions related to acid strength. *International Journal of Science Education*, 34(15), 2317-2341.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2006). *Research in education: Evidence based inquiry* (6th ed.). New York: Pearson.
- Milenkovic, D. D., Hrin, T. N., Segedinac, M. D., & Horvat, S. (2016). Development of a three-tier test as a valid diagnostic tool for identification of misconceptions related to carbohydrates. *Journal of Chemical Education*, 93(9), 1514-1520.
- Mitra, N. K., Nagaraja, H. S., Ponnudurai, G., & Judson, J. P. (2009). The levels of difficulty and discrimination indices in type a multiple choice questions of pre-clinical semester 1 multidisciplinary summative tests. *IeJSME*, 3(1), 2-7.

- Mitchell, I. Children's Alternative Conceptions in Science. <http://www.monash.edu/science-education/wpcontent/uploads/2017/07/alternconcepts.pdf> (Erişim: 05.10.2018)
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00261>
- Montfort, D., Brown, S., & Findley, K. (2007). Using interviews to identify student misconceptions in dynamics. *Paper presented at the 37th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, Milwaukee, WI.
- Morgil, F. İ., Erdem, E. ve Yılmaz, A. (2003). Kimya eğitiminde kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(25).
- Mulford, D. R., & Robinson, W. R. (2002). An inventory for alternate conceptions among first-semester general chemistry students. *Journal of chemical education*, 79(6), 739.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191–196. <https://doi.org/10.1021/ed069p191>
- Nakiboğlu, C. (2003). Instructional misconceptions of Turkish prospective chemistry teachers about atomic orbitals and hybridization. *Chemistry Education Research and Practice*, 4(2), 171-188.
- Nyachwaya, J. M., Mohamed, A. R., Roehrig, G. H., Wood, N. B., Kern, A. L., & Schneider, J. L. (2011). The development of an open-ended drawing tool: an alternative diagnostic tool for assessing students' understanding of the particulate nature of matter. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(2), 121-132.
- Osborne, R. J., & Gilbert, J. K. (1980). A technique for exploring students' views of the world. *Physics Education*, 15(6), 376.
- Özden, M. (2009). Prospective science teachers' conceptions of the solution chemistry. *Journal of Baltic Science Education*, 8(2).

- Özmen, H. (2008). Determination of students' alternative conceptions about chemical equilibrium: a review of research and the case of Turkey. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(3), 225-233.
- Pazicni, S. & Bauer, C. F. (2014). Characterizing illusions of competence in introductory chemistry students. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 15, 24–34.
- Pekel, F. O., & Özay, E. (2005). Turkish high school students' perceptions of ozone layer depletion. *Applied Environmental Education and Communication*, 4(2), 115-123.
- Peşman, H., & Eryılmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of educational research*, 103(3), 208-222.
- Peterson, R. F., & Treagust, D. F. (1989). Grade-12 students' misconceptions of covalent bonding and structure. *Journal of chemical education*, 66(6), 459.
- Pınarbaşı, T., & Canpolat, N. (2003). Students' understanding of solution chemistry concepts. *Journal of Chemical Education*, 80(11).
- Pınarbaşı, T., Sözbilir, M., & Canpolat, N. (2009). Prospective chemistry teachers' misconceptions about colligative properties: Boiling point elevation and freezing point depression. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(4), 273–280. <https://doi.org/10.1039/B920832C>
- Pınarbaşı, T., Canpolat, N., Bayrakçeken, S., & Geban, O. (2006). An investigation of effectiveness of conceptual change text-oriented instruction on students' understanding of solution concept. *Research in Science Education*, 36, 313–335.
- Reynolds, C. R., Livingston, R. B., & Willson, V. (2006). *Measurement and assessment in education*. Boston, MA: Allyn & Bacon. Rye
- Sağır, Ş. U., Tekin, S. ve Karamustafaoğlu, S. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının bazı kimya kavramlarını anlama düzeyleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 112-135.

- Skelly, K. M. & Hall, D. (1993). The development and validation of a categorization of sources of misconceptions in chemistry. *Paper presented at the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in science and Mathematics*, Ithaca.
- Şen, Ş. ve Yılmaz, A. (2012). üniversite öğrencilerinin kavram yanlışlarının ontoloji temelinde incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 54-72.
- Şen, Ş. ve Yılmaz, A. (2013). Kimya öğretmen adaylarına göre kavram yanlışlarının nedenleri. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 59–95.
- Şeşen, A. B., & İnce, E. (2010). Internet as a source of misconception. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 9(4), 94-100.
- Şimşek, L. C., & Tezcan, R. (2008). Factors influence the development of children's ideas about science concepts. *Elementary Education Online*, 7, 3-569.
- Tan, K. C. D., Goh, N. K., Chia, L. S., & Treagust, D. F. (2002). Development and application of a two-tier multiple choice diagnostic instrument to assess high school students' understanding of inorganic chemistry qualitative analysis. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 39(4), 283-301.
- Taşkın, Ö. (2012). *Fen ve teknoloji öğretiminde yeni yaklaşımlar*. Ankara: Pegem.
- Taylor, N., & Coll, R. (1997). The use of analogy in the teaching of solubility to pre-service primary teachers. *Australian Science Teachers Journal*, 43(4), 58.
- Tekkaya, C., Çapa, Y. ve Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 140–147.
- Tezcan, H. ve Bilgin, E. (2004). Liselerde çözünürlük konusunun öğretiminde laboratuvar yönteminin ve bazı faktörlerin öğrenci başarısına etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3).

- Tosun, C. ve Taşkesenligil, Y. (2011). Revize edilmiş Bloom'un Taksonomisine göre çözümler ve fiziksel özellikleri konusunda başarı testinin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(2), 499-522.
- Treagust, D. F. (1986). Evaluating students' misconceptions by means of diagnostic multiple choice items. *Research in Science education*, 16(1), 199-207.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.
- Tsai, C. C., & Chou, C. (2002). Diagnosing students' alternative conceptions in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18(2), 157-165.
- Tunç, T., Akçam, H. K., ve Dökme, İ. (2011). Üç aşamalı sorularla sınıf öğretmeni adaylarının bazı temel fen kavramları hakkında sahip oldukları kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(3).
- Türk, G. E., Akkuş, H., & Tüzün, Ü. N. (2014). Pre-service science teachers' images about dissolution. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(2), 65-84.
- Tüysüz, C. (2009). Development of two-tier diagnostic instrument and assess students' understanding in chemistry. *Scientific Research and Essays*, 4(6), 626-631.
- Uzuntiryaki, E. & Geban, O. (2005). Effect of conceptual change approach accompanied with concept mapping on understanding of solution concepts. *Instructional Science*, 33, 311-339.
- Uyanık, G. ve Serin, M. K. (2016). Sınıf öğretmeni adaylarının bazı temel fen konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 510-538.
- Ülgen, G. (2001). *Kavram geliştirme: Kuramlar ve uygulamalar*. Ankara: Pegem.
- Ünlü, P. ve Gök, B. (2007). Öğrencilerin düzgün dairesel harekette merkezci kuvvet hakkındaki kavram yanlışlarının araştırılması. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty*

(GUJGEF), (3).

- Valanides, N. (2000). Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving. *Chemistry Education Research and Practice*, 1(2), 249-262.
- 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.
- Yavuz, S., & Çelik, G. (2013). The effect of predict-observe-explain (POE) technique on the misconceptions of prospective elementary teachers about the gases. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(1), 1-20.

EKLER

EK A: Bazı Çalışmalara Dair Örneklem ve Veri Toplama Araçları

| Araştırma | Örneklem | Veri Toplama Aracı |
|--|--|---|
| 1. Adadan ve Savaşçı (2012) | 16-17 Yaşlarında Öğrenciler (n=756) | İki Aşamalı Test |
| 2. Akgün, Gönen ve Yılmaz (2005) | Fen Bilgisi Öğretmen Adayları (n=31) | Açık Uçlu Soru (5) ve Mülakat |
| 3. Akgün ve Aydın (2009) | Sınıf Öğretmeni Adayı (n=49) | Açık Uçlu Soru |
| 4. Akgün (2009) | Fen Bilgisi Öğretmen Adayı (n=40) | Açık Uçlu Soru |
| 5. Avcı, Şeşen ve Kırbaslar (2014) | 7. Sınıf Öğrenciler (n=217) | Çoktan Seçmeli Test (32) |
| 6. Bilgin, Nas ve Akbulut (2014) | Fen Bilgisi Öğretmen Adayı (n=134) | Açık Uçlu Soru |
| 7. Blanco ve Prieto (1997) | 12-18 Yaşlarında Öğrenci (n=458) | Açık Uçlu Soru |
| 8. Çalık ve Ayas (2003) | Ortaokul ve Lise Öğrencileri (n=443) | Çoktan Seçmeli Test (20) |
| 9. Çalık ve Ayas (2004) | Farklı Öğrenim Seviyeleri (n=20) | Mülakat |
| 10. Çalık (2005) | 7-10. Sınıf Öğrenciler (n=441) | Açık Uçlu Soru (18) |
| 11. Çalık ve Ayas (2005a) | 7-10. Sınıf Öğrenciler (n=441) | Açık Uçlu Soru (18) |
| 12. Çalık ve Ayas (2005b) | 7-10. Sınıf Öğrenciler (n=20) | Mülakat |
| 13. Coştu, Ayas, Açıkkar ve Çalık (2007) | Lise Öğrencileri (n=300) | Çoktan Seçmeli ve Açık Uçlu Sorular |
| 14. Demir, Kızılay ve Bektaş (2016) | Yedinci Sınıf Öğrencileri (n=100) | Çoktan Seçmeli Test (20) |
| 15. Ebenezer ve Ericson (1996) | Kimya Öğrencisi (n=11) | Mülakat |
| 16. Kalın ve Arıkıl (2010) | Çeşitli Bölümlerdeki Öğretmen Adayı (n=416) | Açık Uçlu Soru (3) |
| 17. Karşlı ve Ayas (2013) | Sınıf Öğretmeni Adayı (n=97) | İki Aşamalı Test |
| 18. Konur ve Ayas (2008) | Sınıf Öğretmeni Adayı (n=15) | Çoktan Seçmeli Soru (14) |
| 19. Krause ve Tasooji (2007) | Üniversite Öğrencileri (n=40) | İki Aşamalı Test (3) |
| 20. Krause ve Isaacs-Sodeye (2013) | Çeşitli Bölümlerdeki Üniversite Öğrencileri (n=38) | Açık Uçlu Soru |
| 21. Mulford ve Robinson (2002) | Üniversite Öğrencileri (n=1418) | İki Aşamalı Test (22) |
| 22. Özden (2009) | Fen Bilgisi Öğretmen Adayları (n=30) | Açık Uçlu Soru (7) |
| 23. Pınarbaşı ve Canpolat (2003) | Üniversite Öğrencileri (n=107) | Çoktan Seçmeli Soru (14) |
| 24. Pınarbaşı, Sözbilir ve Canpolat (2009) | Kimya Öğretmen Adayları (n=78) | Açık Uçlu Soru (4) |
| 25. Sağır, Tekin ve Karamustafaoğlu (2012) | Sınıf Öğretmeni Adayı (n=193) | Açık Uçlu ve Çoktan Seçmeli Soru, Mülakat |
| 26. Şen ve Yılmaz (2012) | Öğretmen Adayları (n=25) | Açık Uçlu Soru (5) |
| 27. Tosun ve Taşkesengil (2011) | Kimya ve Fen Bilgisi Öğretmen Adayı (n=160) | Çoktan Seçmeli Test (31) |
| 28. Valanides (2000) | Öğretmen Adayı (n=20) | Mülakat |

EK B: ÇöKiTaT' ta Yer Alan Soru Örnekleri

- 1.1. Bir kap içerisindeki suya bir miktar yemek tuzu ilave edilerek tuzlu su çözeltisi elde ediliyor. Tuzlu su çözeltisinin oluşumu esnasında aşağıdakilerden hangisi meydana gelir?
- Yeni bir kimyasal madde oluşur.
 - Katı haldeki tuz, su içerisinde erir.
 - Tuz, su içerisinde çözünür.
- 1.2. Aşağıdakilerden hangisi bir önceki soruya vermiş olduğunuz cevabın nedenidir?
- Su içerisine atılan katı tuz, hal değişimine uğrayarak sıvı tuz haline dönüşür.
 - Çözücü ve çözünen molekülleri arasında kimyasal bir reaksiyon gerçekleşerek önceki özelliklerinden farklı bir madde ortaya çıkar ($\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{NaOH}$).
 - İyonlar ve çözücü molekülleri arasındaki çekim kuvvetleri tuzun çözünmesine yol açar.
 -
.....
- 1.3. Yukarıdaki ilk iki soruya vermiş olduğunuz cevaplardan emin misiniz?
- Evet
 - Hayır
- 15.1. Aynı sıcaklıkta özdeş iki kaptan birinde saf su, diğerinde ise şeker-su çözeltisi bulunmaktadır. Bu iki sıvının buhar basınçları ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?
- Saf suyun buhar basıncı, çözeltinin buhar basıncından büyüktür.
 - Saf suyun buhar basıncı, çözeltinin buhar basıncından küçüktür.
 - Saf suyun buhar basıncı ile çözeltinin buhar basıncı aynıdır.
- 15.2. Aşağıdakilerden hangisi bir önceki soruya vermiş olduğunuz cevabın nedenidir?
- Şeker molekülleri su moleküllerini tutarak buharlaşmasını engeller.
 - Çözeltinin birim yüzeyindeki su molekülleri sayısı azalır.
 - Şeker ve su molekülleri birbirini iter.
 - Derişim arttıkça buhar basıncı da artar.
 - Sıvılar her sıcaklıkta buharlaşır ve sıcaklıkları aynı olduğu için buhar basınçları aynıdır.
 - Suda çözünen şeker molekülleri, su molekülleri arasındaki çekim kuvvetlerini zayıflatarak daha çok su molekülünün buharlaşmasını sağlar.
 -
.....
- 15.3. Yukarıdaki ilk iki soruya vermiş olduğunuz cevaplardan emin misiniz?
- Evet
 - Hayır

Özgeçmiş

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Ebru Köleli

Doğum Yeri : Muğla

Doğum Tarihi :29.07.1993

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Yüksek Lisans : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyetleri

a) Yayınlar-SCI-Diğer:

Kahraman, S., & Köleli, E. Öğretmenlerin Eğitim Araştırmalarına Yönelik Tutumlarının İncelenmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(23), 35-55.

b) Bildiriler-Uluslararası-Ulusal:

Köleli E. & Kahraman S. (2019). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler ile ilgili kavram yanlışlarının üç aşamalı tanılayıcı test kullanılarak belirlenmesi*. 6. Ulusal Kimya Eğitimi Kongresi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

c) Katıldığı Projeler: -

İş Deneyimi

Uludağ Lokantası, 2017-2018, Gıda Mühendisi

İletişim

E-posta Adresi: ebrukll14@gmail.com