

Sınıf Öğretmen Adaylarının Buzun Erimesi, Yoğunluk ve Gazların Sudaki Çözünürlüğü Kavramlarına İlişkin Alternatif Yapılarının Belirlenmesi **

(Determination of Primary School Teachers' Alternative Frameworks Regarding the Concepts of Melting of Ice, Density and Solubility of Gases in Water)

Pelin METE ^{1,*}

¹ Atatürk Üniversitesi, Erzurum, ORCID No: 0000-0002-3075-2575

(Cilt: 8, Sayı: 2, Aralık 2020, s. 121 - 142)

Özet:

Bu çalışmanın amacı, sınıf öğretmen adaylarının “buzun erimesi, yoğunluk ve gazların sudaki çözünürlüğü” kavramlarına ilişkin anlama düzeylerini ve alternatif yapılarının belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Veri toplama aracı üç adet açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Sorular Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları dersindeki 90 sınıf öğretmen adayına uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının buzun erimesi, yoğunluk ve çözünürlük kavramlarına ilişkin anlama düzeyleri tam anlama, kısmi anlama, bir spesifik alternatif yapı ile kısmî anlama, alternatif yapılar ve cevapsız şeklinde beş kategoride değerlendirilmiştir. Ayrıca buzun erimesi, yoğunluk ve çözünürlük kavramlarına ilişkin alternatif yapılar öğrencilerin ifadelerinden doğrudan alıntılar yapılarak betimlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre öğretmen adaylarının genellikle buzun erimesi olayında kütle, hacim ve yoğunluk değişimine ilişkin alternatif yapılara sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca gazların sudaki çözünürlüğüne ve sıvıların yoğunluğunun sıcaklıkla değişimine ilişkin az sayıda öğretmen adayının bilimsel olarak doğru cevap verdiği görülmüştür. Öğretmen adaylarının belirtilen kavramlara ilişkin açıklamaları çoğunlukla yetersiz bulunmuş ve bilimsel olmayan çok sayıda ifadenin bulunduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Fen eğitimi, madde ve özellikleri, buzun erimesi, yoğunluk, çözünürlük

Abstract:

The aim of this study is to determine the pre-service teachers' level of understanding and alternative ideas about the concepts of “melting of ice, density, and solubility of gases in the water”. For this

* Sorumlu Yazar: E-mail: pepinmete25@gmail.com

** Bu çalışmanın anlama düzeyleri bölümü 2. Uluslararası Öğrenme, Öğretim ve Eğitim Araştırmaları Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

ISSN: 2148-2160 ©2020

Gönderilme Tarihi: 28.04.2020 – Kabul Tarihi: 22.09.2020

purpose, a case study was used in the study. The data collection tool consists of three open-ended questions. The questions were applied to 90 primary school teachers in Science and Technology Laboratory Practices course. The levels of understanding of primary school teachers regarding the concepts of melting of ice, density, and solubility of gases in the water were examined in five categories as full understanding, partial understanding, partial understanding with a specific alternative framework, alternative frameworks, and no answer. In addition, alternative frameworks related to the concepts of melting of ice, density, and solubility of gases in the water are described by direct quotations from students' expressions. According to the results of the study, it was observed that the primary school teachers had many alternative frameworks about the change of mass, volume, and density of ice in the melting of ice. In addition, it was observed that a small number of the primary school teachers responded correctly and there were many alternative structures regarding the change of solubility of gases and density of liquids with temperature. The primary school teachers' explanations were mostly inadequate and there were many unscientific statements.

Keywords: Science education, matter and properties, melting of ice, density, solubility

Giriş

Öğrenme, öğrencilerin ne düşündüklerine, nasıl anladıklarına ve bilgiyi nasıl yapılandırdıklarına bağlı aktif bir süreçtir (Horton, 2007). Yapılandırmacı öğrenme kuramı, öğrenmeyi öğrencilerin kavramlar arasında bağlantı kurarak kendi bilgilerini oluşturdukları aktif bir süreç olarak açıklamaktadır (Marx ve diğ., 2004). Öğrenciler yeni bir problem durumu ile karşılaştıklarında önceki bilgileriyle bu yeni bilgiyi karşılaştırıp sentez yapabildikleri süreç anlamlı ve kalıcı bilgidir söz edilebilir (Kimmerle, Moskaliuk, Oeberst & Cress, 2015; van Riesen, Gijlers, Anjewierden & de Jong, 2018).

Fen eğitiminde bilimsel fikir geliştirebilmek, ön öğrenmelerin üzerine koşullu olan üst düzey bir kavramsallaştırmadır (Johnson, 1998). Öğrencinin sahip olduğu fikir ve düşünceleri tanıyıp bunlarla çalışabilmek, etkili bir eğitim stratejisinin önemli bir bileşenidir (Horton, 2007). Öğrencilerin çevremizde meydana gelen ve günlük hayatın parçası olan durumlara açıklama getirebilmesi fen eğitimi çalışmalarında önemli görülmektedir. Bilimsel bilginin doğru olarak öğrenilmesi önemli (Karaaslan & Ayas, 2016) olmasına rağmen öğrenciler çevrelerindeki olaylarla ilgili bilim insanları tarafından yapılan açıklamalarla çelişen fikir ve açıklamalar geliştirmektedirler (Abraham, Grzybowski, Renner & Marek, 1992; Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 1994). Literatürde bu hatalı fikir ve açıklamalar; ön yargılar (preconceptions) (Amin, Carol & Wiser, 2014; Driver & Easley, 1978; Nicoll, 2001); çocukların fen öğrenmeden önceki dünya ve bilimsel görüşü (children's science) (Osborne, Bell & Gilbert, 1983); alternatif yapılar (alternative frameworks) (Driver & Erickson, 1983; Taber, 1998) kavram yanlışları (misconceptions) (Griffiths & Preston, 1992; Horton, 2007; Jauhariyah ve diğ., 2018; Kind, 2004; Mayer, 2011) gibi kavramlarla ifade edilmektedir. Fen eğitiminde bilimsel anlamaların ortaya konulmasına ilişkin yapılan çalışmalarda öğrencilerin alternatif yapılar sergilediklerine yönelik geniş bir literatür bulunmaktadır (Çalık & Ayas, 2005; Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 1994; Gabel, Hunn & Samuel, 1987; Garnett, Garnett, & Hackling, 1995; Gilbert & Zyberstajn, 1985). Bu kavramların benzerlikleri araştırıldığında hemen hemen aynı anlama geldiği görülmektedir (Çalık & Ayas, 2005). Bu çalışmada bilimsel

tanım ile tutarlı olmayan kavramsal zorlukları tanımlamak için alternatif yapı terimi kullanılmıştır.

Alternatif yapılar fen eğitiminde sorulara yetersiz açıklamalar yapmaktan daha büyük bir rol oynamaktadır (Garnett, Garnett & Hackling, 1995). Bilimsel olarak kabul görmeyen bu ifadeler, öğrencilerin fiziksel ve sosyal dünyasından, ders kitaplarından, öğretmenlerle etkileşiminden ve fen eğitime yönelik olumsuz tutumlarından kaynaklanabilmektedir (Banawi, Sopandi, Kadarohman & Solehuddin, 2019; Gilbert & Zylberstajn, 1985; Kartal, Öztürk & Yalvaç, 2011; King, 2010; Strauss, 1981; Yağbasan & Gülççek, 2003). Öğrencilerin sahip oldukları önceki kavramlar öğrenme sürecinde önemli rol oynamaktadır (Prieto, Blanco & Rodriguez, 1989; Valendines, 2000). Öğrenciler, kavramları yaşadıkları davranış, özellik ya da teorilerle açıklayarak yapılandırmakta ve bu açıklamaların çoğunun doğru olduğuna inanmaktadırlar. Çünkü bu açıklamaları dünyanın davranışını anlamaları açısından anlamlı görmektedirler. Alternatif yapılarıyla çelişen yeni bilgilerle karşılaştıklarında ise yanlış gördüklerinden ve/veya beklentilerine uymadığından yeni bilgileri kabul etmekte zorlanmaktadırlar. Böylece yeni bilgiler dikkate alınmamakta, reddedilmekte, konuyla ilgisiz sayılmakta ya da öğrencinin mevcut bilgileri ışığında yeniden yorumlanabilmektedir (Horton, 2007).

Literatür incelendiğinde genelde temel fen kavramlarında (Artdej, Ratanaroutai & Coll, 2010; Ayas, Özmen & Çalık, 2010; Gabel, Hunn & Samuel, 1987; Kirbulut & Geban, 2014) özelde ise “madde ve özellikleri” konusunda öğrencilerin ve öğretmen adaylarının yüzeysel anlamalar gösterdikleri ve alternatif yapılara sahip oldukları görülmektedir (Adadan, 2012; Adadan, 2014; Banawi, Sopandi, Kadarohman & Solehuddin 2019; Gabel, Hunn & Samuel, 1987; Haidar, 1997; Lee, Eichinger, Anderson, Berkeimer & Blakeslee, 1993; Novick & Nussbaum, 1981). Bu çalışmalarda öğrencilerin anlamakta zorlandıkları hususların belirlenmesi için madde konusundaki anlama düzeylerinin ve alternatif yapıların belirlenmesi gerektiği fikri savunulmuştur.

Madde ve özellikleri konusunun en temel ve önemli kısmının maddenin ortak ve ayırt edici özellikleri olduğu söylenebilir. Genellikle eğitim ortamlarında kütle, hacim, ağırlık ve yoğunluk kavramları bilimsel olarak doğru kullanılamamaktadır (Lemma, 2013; Haidar, 1997). Kavramların tanımının yapılması ya da ifade edilmesi istenildiğinde öğrenciler yapabilir. Fakat önemli olan öğrencilere “bu kavramlar neden yan yana vurgulanıyor?” ya da “neden sürekli bir bütünün parçası gibi aralarındaki ilişki önemli hale geliyor?” sorularına cevap aranmasını sağlayacak ortam oluşturmaktır. Örneğin; yoğunluk kavramı, kütle ve hacim ile ilişkili bir kavram ise sezgisel düşünceden ziyade bilimsel düşünceye dayalı ifadeler kullanılmalı ve kavramlar arasında hiyerarşik bir açıklama yapılmalıdır. Bunun sağlanabilmesi ön bilgilerin doğru olması, deneysel etkinliklere dayalı öğretim yapılması, kavramlar arasındaki ilişkilerin açıklanması ile mümkün olabilmektedir (Nicoll, 2001; Philipp, Johnson & Yeziarski, 2014).

Farklı bağlamlarda yürütülen çalışmalarda öğretmenlerin öğrencilerle benzer alternatif yapılar sergilediği sonucuna varılmıştır (Adadan, 2014; Atwood & Atwood, 1996; Bendall, Goldberg & Galili, 1993; Haidar, 1997). Valandines (2000), yaptığı çalışmada öğretmenlerin

mikroskobik ve mikroskobik özellikler, maddenin moleküler yapısı, maddenin boşluklu yapısını anlamada sorunlar yaşadığını belirtmiştir. Madde konusunda önemli bir husus olan su molekülünün yapısal olarak öğrenciler tarafından anlaşılmadığı, öğrencilerin suyun moleküler yapısını açıklayamadıkları, su hal değiştirdiğinde moleküler yapısının da değiştiğinin ifade edildiği çalışmalar da bulunmaktadır (Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 1994; Griffiths & Preston, 1992; Lee ve diğ., 1993; Mirzalar–Kabapınar & Adik, 2005; Schmidt, 1997). Daha spesifik olarak su buharlaştığında hidrojen ve oksijen atomlarının oluştuğu, su molekülleri arasında boşluk olduğu, suyu oluşturan moleküllerin gaz halde iken yumuşak olduğu, nehir sularının buz eridiğinde oluşan sudan kimyasal olarak farklı olduğu (Lemma, 2013), buzun erimesi için verilen ısının genleşmeye neden olduğu (Şen & Yılmaz, 2012) literatürde belirlenen alternatif yapılarıdır.

Gazların sudaki çözünürlüğü konusundaki çalışmalar incelendiğinde ise genellikle suyun sıcaklığı veya miktarı arttığında gazların çözünürlüğü artar, gazların sıvılardaki çözünürlüğü sıcaklıkla artar, gazların sıvılardaki çözünürlüğü sıcaklıkla değişmez, gazlar sıvılarda çözünmez (Konur & Ayas, 2004; Rusçuklu & Özdilek, 2019) alternatif yapıları bulunmaktadır. Koray, Akyaz ve Köksal (2007) tarafından yapılan çalışmada öğrenciler gazozun soğuk içilme nedeninin serinlik hissi vermesi olduğunu belirtmişlerdir. Öğrenciler bu durumu gazların çözünürlüğü ve sıcaklık ilişkisi ile açıklayamamışlardır.

“Madde ve özellikleri” temel başlığı altında kütle, hacim, tanecikli yapı, maddenin halleri, yoğunluk, çözünürlük, kaynama ve benzeri konular incelenmektedir. “Madde ve özellikleri” konusu fen eğitimindeki diğer konular için bir ön öğrenme olarak kabul edilmekte ve alternatif yapıların en aza indirilebilmesi gerekmektedir (Özmen, Ayas & Coştu, 2002). Sınıf öğretmen adayları ilköğretim öğrencilerinin eğitim-öğretim hayatlarının başlarında karşılaştıkları fen kavramlarını öğrenmelerinde önemli bir rol oynamaktadırlar. Bu nedenle çocukların sordukları sorulara doğru cevap verebilmeli ve fen kavramlarını doğru kullanabilmelidirler. İlköğretim öğrencilerinin bardakta bekleyen suda oluşan hava kabarcıklarının, buzun neden suda yüzdüğünün ya da denizlerin veya okyanusların neden üstten donmaya başladıklarının sebeplerini sorgulamaları muhtemeldir. Bilimdeki gerçekliğin günlük hayattan örneklerle açıklanabilmesi ilköğretim öğrencileri için önemli olduğundan (Hançer, Şensoy & Yıldırım, 2003) sınıf öğretmen adaylarının bu kavramları tam anlama seviyesinde bilmeleri gerekmektedir. Öğretmen adaylarının eğitim ve öğretim sürecinde bilgi seviyelerinin alternatif yapı oluşturmayacak düzeyde olması gerekmektedir (Çakmak, Çakmak & Topal, 2018). Bu bağlamda “buzun erimesi, yoğunluk ve gazların sudaki çözünürlüğü” kavramları sınıf öğretmenleri için önemli olan temel konular arasındadır. Çünkü öğrencilerin kavramsal olarak doğru anlama oluşturmamalarının sebeplerinden birisi de öğretmenlerdir (Valanides, 2000; Jauhariyah ve diğ., 2018).

Sürekli geliştirilen ve değiştirilen üniversite öğretim programlarında öğretmen adaylarının fen konusundaki alternatif yapılarının ve anlama düzeylerinin seyri takip edilmeli ve üniversite öğretim programları bu doğrultuda yeniden yapılandırılmalıdır (Novick & Nussbaum, 1978, Stavy, 1990; Valandines, 2000). Değişen öğretim programları öğrenme-

öğretme süreçlerinde öğrencilerin öğrenmesi üzerinde önemli etkiler bırakmaktadır. Bu değişimlerin öğrenciler üzerindeki etkisinin belirlenmesi için bu konuda çalışmalar yapılmış olmasına rağmen yeterli olmamalı, alternatif yapıların devam edip etmediği ve neler olduğuna yönelik daha fazla çalışma yapılmalıdır. Öğretmen adaylarının “buzun erimesi, yoğunluk ve gazların sudaki çözünürlüğü” kavramlarına ilişkin sahip oldukları anlama düzeylerinin ve alternatif yapıların belirlenebilmesi, eğitim-öğretim ortamlarının bu doğrultuda yeniden düzenlenmesi açısından önemlidir. Mevcut çalışmada “buzun erimesi, yoğunluk ve gazların sudaki çözünürlüğü” kavramlarına ilişkin alternatif yapıların belirlenerek fen laboratuvar dersindeki deney içeriklerinin bu doğrultuda oluşturulması amaçlanmıştır. Bu üç kavram madde konusu içerisinde küçük bir konu gibi görünse de öğretmen adaylarının suyun özel durumunu açıklayabilmeleri, yoğunluk kavramının kütlelen farklı bir kavram olduğunu anlamlandırabilmeleri ve gazların suda çözünebildiğini bilimsel olarak ifade edebilmeleri gerekmektedir.

Öğretmen adaylarının fen öğretim yaşantısı geliştirebilmesi için “buzun erimesi, yoğunluk ve gazların sudaki çözünürlüğü” konusundaki kavramları belirlenen sorular dâhilinde ne düzeyde ve nasıl açıklayabildikleri mevcut çalışmayı önemli kılmaktadır. Araştırmacı önceki yıllarda fen laboratuvarı dersinde öğretmen adaylarının suyun özel durumunu açıklayamadıklarını, yoğunluk, kütle ve hacim kavramlarını birbirine karıştırdıklarını gözlemlemiştir. Bu çalışmanın amacı, sınıf öğretmen adaylarının “buzun erimesi, yoğunluk ve gazların sudaki çözünürlüğü” kavramlarına ilişkin anlama düzeylerini ve bu konudaki alternatif yapılarını belirlemeye çalışmaktır. Ayrıca mevcut çalışma dört yıllık sınıf öğretmenliği programının 2. sınıf 1. döneminde “Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları” dersinde yapılacak deneylerin ve etkinliklerin belirlenmesi için yapılmıştır. Öğretmen adaylarının ön bilgilerini ortaya çıkarılmadan konu veya kavramların verilmemesi, ön bilgiler doğrultusunda ders planının hazırlanması, bilimsel anlamda konuların ve kavramların yapılandırılması açısından alternatif yapıların belirlenmesi önemli görülmektedir. Ayrıca anlamlı öğrenmenin gerçekleşebilmesi, birbiriyle ilişkili olan kavramlarda ilişkinin gösterilerek verilebilmesi için örneklem grubunun nasıl düşündüklerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Metodoloji

Araştırmanın Yöntemi

Sınıf öğretmen adaylarının “buzun erimesi, yoğunluk ve gazların sudaki çözünürlüğü” kavramlarına ilişkin anlama seviyeleri ve bu konudaki alternatif yapıları betimsel olarak belirlenmeye çalışıldığından bu çalışma bir durum çalışmasıdır. Durum çalışmalarında, bir konuya ilişkin olası açıklamalar geliştirmek ve bir konuyu değerlendirmek amaçlanmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Ayrıca öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları belirlenip, alternatif yapılar doğrudan alıntılar yapılarak betimlenmiştir.

Çalışma Grubu

Çalışmanın örneklemini, 2019-2020 eğitim-öğretim yılında Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları dersini alan 2. sınıf öğretmen adayları (90 kişi) oluşturmaktadır. Öğretmen adayları fen eğitimine yönelik olarak “İlköğretimde Temel Fen Bilimleri” dersini almışlardır.

Yenilenen sınıf eğitimi öğretim programında Fizik, Kimya ve Biyoloji dersleri tek bir ders olarak verilmektedir. Çalışmanın örnekleme kolay ulaşılabilir, uygun örnekleme (convenience sampling) yöntemi ile seçilmiştir. Bu örnekleme yöntemi araştırmacıya hız ve pratiklik kazandırmaktadır. Bu yöntemde araştırmacı, yakın olan ve erişilmesi kolay olan bir örneklem seçmektedir (McMillan & Schumacher, 2010).

Veri Toplama Araçları ve Süreci

Veri toplama aracı geliştirilmeden önce, "buzun erimesi, yoğunluk ve gazların sudaki çözünürlüğü" kavramlarına ilişkin ilgili içerik sınırları tanımlanmış ve öğretim hedefleri belirlenmiştir. "Buzun erimesi, yoğunluk ve gazların sudaki çözünürlüğü" kavramları ilgili sınıf eğitimi fen müfredatının madde ve özellikleri konu başlığı altında incelenmektedir. Maddenin özellikleri konusunda maddenin ortak özelliklerinden kütle ve hacim maddenin ayırt edici özelliklerinden ise yoğunluk, çözünürlük ve bu özellikler arasındaki ilişki çalışma kapsamında ele alınmıştır. "Buzun erimesi, yoğunluk ve gazların sudaki çözünürlüğü" kavramları "İlköğretimde Temel Fen Bilimleri" dersinde "ilkokul programında yer alan fizik ve kimya konularına ilişkin genel bilgiler, özellikleri, günlük hayattaki karşılıkları ve kullanım alanları" öğrenme çıktısına göre madde ve özellikleri konusu içerisinde yer almaktadır.

Ayrıca veri toplama aracı ile ilgili fen eğitimcilerinden oluşan üç uzmanın görüşü alınmıştır. Uzmanlar soruların içeriğinin örnekleme, çalışmanın amacına ve eğitim öğretim hedeflerine uygunluğunu gözden geçirmişlerdir. Veri toplama aracı açık uçlu sorulardan oluşmaktadır ve cevapların açıklanması istenmektedir. Ayrıca soruların cevapları için açıklanması gereken maddeler bulunmaktadır. Veriler öğretmen adaylarının bir ders saatinde (50 dakika) açık uçlu sorulara yazılı yanıt vermesi ile toplanmıştır. Öğretmen adaylarının verilen süre tamamlanmadan önce soruları cevapladıkları görülmüştür.

Veri toplama aracındaki sorular aşağıda ve soruların içeriğine ilişkin bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

1) Ağzı açık kaptaki belirli sıcaklıkta saf sıvı bir maddenin (kütle değişikliği ihmal edilmek şartıyla) yoğunluğu aşağıdaki durumlarda nasıl değişir? Açıklar mısınız?

a) Sıcaklığın azalması

b) Sıcaklığın artması

2) Pet şişede veya bardakta bekleyen suyun içerisinde zamanla hava kabarcıkları oluşur. Bu hava kabarcıklarının neden oluştuğunu nasıl açıklarsınız?

3) Bir kaptaki bulunan belli miktardaki buzun tamamı eriyerek suya dönüşmektedir. Bu dönüşümde yoğunluk, kütle, hacim nasıl değişmektedir? Açıklar mısınız?

Tablo 1. Veri toplama aracındaki açık uçlu soruların içeriği

Sorular	İçerik	Kazanımlar
1	Sıcaklığın sıvıların yoğunluğuna etkisi	- Sıcaklığın sıvıların yoğunluğunu etkileyen bir değişken olduğunu belirlemek
2	Gazların sudaki çözünürlüğünün sıcaklıkla değişimi	- Sıcaklığın gazların çözünürlüğüne etkisini incelemek
3	Buzun erime sürecinde kütle, hacim ve yoğunluğundaki değişim	- Buzun hal değiştirmeden önceki ve sonraki hacmini incelemek - Buzun erimeden önceki ve erimeden sonraki kütlelerini incelemek - Buzun su üzerine çıkmasının sebebini incelemek

Verilerin Analizi

Çalışmadan elde edilen veriler içerik analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Veriler analiz edilirken öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar; cevapsız, alternatif yapılar, bir spesifik alternatif yapı ile kısmî anlama, kısmi anlama, tam anlama başlıkları altında sınıflandırılmıştır. Literatürde açık uçlu soruların analizinde bu tür kategorilerin kullanıldığı çalışmalar mevcuttur (Abraham, Grzybowski, Renner & Marek, 1992; Adadan, 2012; Akdeniz, Bektaş & Yiğit, 2000; Çalık & Ayas, 2005; Çalık, Ayas & Ünal, 2006). Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapları analiz etmede kullanılan kategoriler ve içerikler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Soruları analiz etmede kullanılan kategoriler ve içerikleri (Çalık & Ayas, 2005)

Anlama Düzeyleri	Puanlama Kriterleri
Tam Anlama	Geçerliliği olan cevabın bütün yönlerini içeren cevaplar
Kısmî Anlama	Geçerli olan cevabın bir yönünü içeren fakat bütün yönlerini içermeyen cevaplar
Bir Spesifik Alternatif Yapı ile Kısmî Anlama	Cevaplar kavramın kısmen anlaşılmasını gösteren; fakat aynı zamanda bir kavram yanılığını da içeren cevaplar
Alternatif Yapılar	Bilimsel olarak yanlış olan cevaplar
Cevapsız	Boş bırakma, bilmiyorum, anlamadım şeklindeki cevaplar

Verileri analiz etmek için 90 sınıf öğretmeni adayının görüşleri her bir soru için ayrı ayrı analiz edilerek bir veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veri seti araştırmacıyla birlikte beş fen eğitimi uzmanının görüşüne sunulmuştur. Her soru birbirinden farklı olduğu için, anlama düzeyleri için uygun olan ifadeler Tablo 3’teki şekilde belirlenmiştir. Uzmanlardan verileri incelemeleri ve öğretmen adaylarının cevaplarını Tablo 3’te belirtilen kategorilere yerleştirmeleri istenmiştir. Daha sonra uzmanların değerlendirmeleri karşılaştırılmış ve yaptıkları sınıflandırmalar arasındaki görüş birlikleri ve görüş ayrılıkları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının cevapları araştırmacıların çoğunlukla hem fikir oldukları kategoriye yerleştirilmiştir. Kodlayıcılar arası tutarlık için Güvenirlik = Görüş Birliği / (Görüş Birliği + Görüş

Ayrılığı) güvenilirlik formülü kullanılmıştır (Miles & Huberman, 1994). Mevcut çalışmada üç soru için kodlayıcılar arası tutarlık ortalama değeri yaklaşık %80'dir. Miles ve Huberman'a (1994) göre kodlama denetiminde bu değer en az %80 olması beklenmektedir.

Tablo 3. Anlama düzeyleri için uygun cevaplar

Anlama Düzeyleri	Soru 1	Soru 2	Soru 3
Tam Anlama	Bir sıvının yoğunluğu sıcaklığa bağlı olarak değişir. Sıcaklık arttıkça sıvı genişir, hacmi artar ve yoğunluk azalır. Hacim ve yoğunluk ters orantılıdır. ($d=m/v$) Sıcaklık azaldığında ise hacmi azalır, hacim azalır ise yoğunluk artar.	Suyun sıcaklığı arttıkça içinde çözünmüş gazların çözünürlüğü gittikçe azalır. Daha önce çözünmüş gazların bir kısmı şişenin iç kısmında kabarcıklar halinde toplanır. Yani gazların sudaki çözünürlüğü sıcaklık arttıkça azalır.	Kütle değişmeyen madde miktarıdır. Su donarken hacmi artacağı için buzun yoğunluğu suyun yoğunluğundan daha küçük olur. Bu yüzden buz parçaları suda yüzer.
Kısmî Anlama	Sıcaklık, hacim ve yoğunluk arasındaki ilişkiyi kısmen açıklayabilme. Örneğin, sıcaklık azalır ise yoğunluk artar.	Suyun içerisindeki kabarcık oluşumunu sıcaklık değişimi ile ilişkilendirebilme, fakat tam olarak açıklayamama. Örneğin, sıcaklık arttıkça kabarcıklar oluşur.	Su donarken kütle, hacim ve yoğunluk değişimini doğru ifade edip tam olarak açıklayamama. Örneğin, buz eriyip suya dönüştüğünde kütlesi değişmez, hacmi genişir, yoğunluğu ise artar.
Bir Spesifik Alternatif Yapı ile Kısmî Anlama	Kısmen doğru açıklamanın yanı sıra bir yönüyle bilimsel anlamda yanlış açıklama ve ifadelerin kullanılması	Kısmen doğru açıklamanın yanı sıra bir yönüyle bilimsel anlamda yanlış açıklama ve ifadelerin kullanılması	Kısmen doğru açıklamanın yanı sıra bir yönüyle bilimsel anlamda yanlış açıklama ve ifadelerin kullanılması
Alternatif Yapılar	Bilimsel anlamda tamamen yanlış açıklamaların kullanılması	Bilimsel anlamda tamamen yanlış açıklamaların kullanılması	Bilimsel anlamda tamamen yanlış açıklamaların kullanılması

Etik ile İlgili Hususlar

Yapılan bu çalışmada "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı	:	Atatürk Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Kurul Başkanlığı Eğitim Bilimleri Birim Etik Kurulu
Etik değerlendirme kararının tarihi	:	19.03.2020
Etik değerlendirme belgesi sayı numarası	:	06

Bulgular

Çalışma bulguları anlama düzeylerinin ve alternatif yapıların belirlenmesi olmak üzere iki kategoride incelenmiştir.

Anlama Düzeylerinin Belirlenmesine İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının farklı kategoriler altında toplanan cevaplarına ait frekanslar aşağıda verilmiştir.

Tablo 4. Anlama düzeylerinin belirlenmesine ilişkin bulgular

Sorular	Tam anlama		Kısmi Anlama		Bir Spesifik Alternatif Yapı ile Kısmî Anlama		Alternatif Yapılar		Cevapsız	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
	1	10	11	23	25	3	3	48	53	6
2	5	5.5	7	7	3	3	65	72	10	11
3	14	15.5	9	10	44	48	18	20	5	5.5

Tablo 4 incelendiğinde ilk soruya ilişkin tam anlama kategorisinin oranı %11, kısmi anlama kategorisinin oranının ise %25 olduğu görülmektedir. Bir spesifik alternatif yapı ile kısmî anlama, alternatif yapılar ve cevapsız kategorilerinde ise sırasıyla bu oranlar %2, %53 ve %6 şeklindedir. Öğretmen adaylarının çoğu (%53) bu soruya bilimsel olarak yanlış olan cevaplar (anlamama) vermiştir.

Tablo 4 incelendiğinde ikinci soruya ilişkin tam anlama ve kısmi anlama kategorilerinin sırayla (%5 ve %7) olduğu görülmektedir. Bir spesifik alternatif yapı ile kısmî anlama, alternatif yapılar ve cevapsız kategorilerinde ise sırasıyla bu oranlar %3, %72 ve 11% şeklindedir. Öğretmen adaylarının çoğu (%72) bu soruya bilimsel olarak yanlış olan cevaplar (anlamama) vermiştir.

Tablo 4 incelendiğinde üçüncü soruya ilişkin tam anlama kategorisinin oranının %15, kısmi anlama kategorisinin oranının ise %10 olduğu görülmektedir. Bir spesifik alternatif yapı ile kısmî anlama, alternatif yapılar ve cevapsız kategorilerinde ise sırasıyla bu oranlar %48, %20 ve %5 şeklindedir. Öğretmen adaylarının çoğu (%48) bu soruya kavramın kısmen anlaşılmasını gösteren; fakat aynı zamanda bir alternatif yapı (Bir Spesifik Alternatif Yapı ile Kısmî Anlama) içeren cevaplar vermiştir.

Alternatif Yapıların Belirlenmesine İlişkin Bulgular

Birinci soruya yönelik alternatif yapılar

Öğretmen adaylarının birinci soruya verdikleri cevapların değerlendirme kategorileri altındaki dağılımları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Öğretmen adaylarının birinci soruya yönelik anlama düzeyleri

Anlama Düzeyleri	Öğrenci İfadeleri	f
Tam Anlama	Soğuk sıvının yoğunluğu sıcak sıvının yoğunluğundan fazladır. Çünkü ısınan sıvı genişler ve genişen sıvının hacmi artar.	1
	Sıcaklığın artması hacmin artmasını sağlar. $d=m/v$ hacim arttıkça sıvıların yoğunlukları azalır.	4
	Sıcaklık artarsa genişleme artar, genişleme arttığından kütle aynı kalıp hacim artacağından yoğunluk azalır.	2
	Sıcaklık artarsa tanecikler arası mesafe artar yani hacim artar bu nedenle yoğunluk azalır.	2
	Sıcaklığın artması tanecikler arası mesafenin artmasına ve tanecikler arasında boşluk oluşmasına neden olur bu durum hacmi artırır, sabit kütlede hacim artınca yoğunluk azalır.	1
Kısmî Anlama	Yoğunluk ve sıcaklık ters orantılıdır.	2
	Sıcaklık artarsa sıvıların yoğunluğu azalır.	18
	Sıvılar ısındıkça tanecik hareket hızı artar ve buharlaşır. Böylece yoğunluk değişir.	1
	Sıvılarda tanecik hareketi artar ve yoğunluk azalır.	1
Bir Spesifik Alternatif Yapı ile Kısmî Anlama	Yoğunluk maddeler için ayırt edici özelliştir onun için sıcaklığın artması veya azalması yoğunluğu etkilemeyecektir.	3
Alternatif Yapılar	Sıcaklık arttıkça sıvıların hacmi ve kütlesi değişmediği için yoğunluk sabittir	3
	Sıcaklık arttıkça hacim azalır, kütle değişmediğinden yoğunluk artar	1
	Sıvı maddeleri oluşturan tanecikler arasındaki boşluklar artar, hacim azalır, yoğunluk azalır.	1
	Sıcaklık arttıkça yoğunluk artar, sıcaklık azalınca yoğunluk azalır doğru orantılıdır.	18
	Sıcaklık artarsa kütle ve hacim değişmeyeceği için yoğunluk değişmez.	2
	Sıcaklık artışı kütle ve hacmi etkiler, yoğunluk bu durumda açıklanamaz.	7
	Sıcaklık artarsa yoğunluk değişmez, kütle sabit kalır hacim azalır, sıcaklık azalınca kütle sabit kalır hacim aynı kalabilir veya değişebilir.	1
	Sıcaklık artınca hacim küçüleceği için yoğunluk azalır.	3
	Sıcaklık arttığında buharlaşma olursa kütle azalır kütle azalınca yoğunluk düşer.	1
	Sıcaklık arttığında yoğunluk artar, yoğunluk arttığından kütle ve hacim artar.	1
	Sıcaklık arttığında sıvı buharlaşır ve yoğunluk azalır sıcaklık azaldığında ise katılaşabilirler bu durum yoğunluğu artırır.	1
	Sıcaklık arttığında sıvılar gaz haline geldiğinden yoğunluk artacak.	1
	Sıcaklık artınca hacim küçüleceği için yoğunluk artar.	2
Sıcaklığın artması veya azalması ile Sıvıların yoğunluk değişmez.	3	

Not: Tabloda belirtilen kısaltmalar m =kütle d =yoğunluk V =hacim

Öğretmen adaylarının birinci soruya ilişkin cevapları incelendiğinde alternatif yapılar içeren ifadelerin çoğunlukta olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının kütle, hacim ve yoğunluk değişimini sıcaklıkla doğru olarak ilişkilendirme durumunun düşük olduğu görülmektedir (Tablo 5).

İkinci soruya yönelik alternatif yapılar

Öğretmen adaylarının ikinci soruya verdikleri cevapların değerlendirme kategorileri altındaki dağılımları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Öğretmen adaylarının ikinci soruya yönelik anlama düzeyleri

Anlama Düzeyleri	Öğrenci İfadeleri	f
Tam Anlama	Suyun içinde çözünmüş gazlar bulunur. Su ısındıkça içerisindeki gazların çözünürlükleri azalır.	3
	Gazların sudaki çözünürlüğü sıcaklık arttıkça azalır. Çözünürlükleri azaldıkça hava kabarcıkları oluşturur.	1
	Sıcaklık arttıkça gazların çözünürlüğü azalır. Bu nedenle hava kabarcıkları oluşur.	1
Kısmî Anlama	Bardakta sadece su yoktur aynı zamanda hava da vardır.	3
	Su içerisinde sıcaklık arttıkça ve bekledikçe dışarı hava kabarcıkları çıkar.	1
	Su oda sıcaklığına gelene kadar ısı alacaktır. Alınan ısı hava kabarcık oluşumuna neden olur.	1
	Sıcaklık arttıkça gazlar yukarı çıkar.	3
	Suyun içerisindeki çözünmüş gaz kendisine hava kabarcıkları olarak gösterir.	2
	Sıcaklık değişimiyle hava kabarcıkları oluşur.	5
	Bir Spesifik alternatif yapı ile Kısmî Anlama	Sudaki taneciklerin zamanla çözünüp sıvıdan ayrılıp kabın çeperlerine yapışmasıdır. Suda bulunan havanın çözünüp sudan ayrılmasıdır.
	Sıcaklık ve basınçla ilgilidir.	1
	Suyun içinde hava vardır. Dışardan ısı alır ve içindeki havada ısınır. Bu ısınma sonucu yukarı doğru baloncuklar şeklinde suyun üzerine çıkar. Bu da kabarcıklar şeklinde gözlemlenir. Hava sudan çabuk ısındığı için.	1
Alternatif Yapılar	Basınç ve ısıdan dolayı su içerisinde karbondioksit gazı oluşur.	1
	Sıcaklık arttıkça suyun hacmi azalır buharlaşır gaza dönüşür.	1
	Açık hava basıncından dolayı.	4
	Su içerisinde taneciklerin arasında boşluklar oluşur. Bu boşluklarda gaz oluşur.	9
	Su sıcaklıktan etkilenmez, fakat su beklediğinde moleküller hızlanır ve yapısı bozulabilir.	4
	Pet şişenin üst tarafında baloncuk oluşur, bunlar patlar ve hava kabarcığı oluşur.	1
	Su ısınır ve buharlaşmak ister ama yeterince ısı alamadığı için bardağın kenarlarında hava kabarcıkları kalır.	1
	Suyu beklettiğimiz zaman çıkan hava kabarcıkları bize sıvıların boşluklu yapıda olduğunu gösterir.	1

Havanın verdiği sıcaklıkla su ısınır. Su ısındıkça çözülüp hava kabarcıkları oluşturarak gaz haline dönüşür.	1
Bekleyen suda sıcaklığın etkisiyle buharlaşma meydana gelir. Buharlaşma sonucu hava kabarcıkları meydana gelir.	1
Pet şişedeki hava zamanla artar gaz miktarı arttıkça su ile aralarında basınç oluşur.	1
Maddeler içinde boşluklar vardır. Hava bu boşlukları doldurur.	6
Su ısındıkça azot gazı açığa çıkar.	1
Bekleyen suda hava yükselir ve kabarcıklar oluşur.	1
Bekleyen suda gazlar birikir. Bu gazlar pet şişeye yapışır.	1
Su ile havanın etkileşiminden.	4
Suyun bir kısmı yükselerek buharlaşır ve suyun içinde boşluklu yapı oluşturur ve hava bu boşlukların içine dolar.	2
Suyun tanecikleri titreşim ve öteleme hareketi sebebiyle ısınır ve taneciklerin birbirinden uzaklaşmasına tanecikler arasında boşluk oluşmasına sebep olur.	1
Basınç suyun içindeki tanecikleri sıkıştırır. Sıkışan tanecikler hava kabarcığı oluşturur.	1
Su içerisinde bağlar kopar boşluklar oluşur.	1
Yoğunluktan kaynaklanır, suyun yoğunluğu havanın yoğunluğundan fazla olduğu için.	1
Basınç arttıkça hava kabarcıkları oluşur.	1
Sıkışan hava ile su yer değiştirir.	1
Dışarıdan oksijen aldığı anda boşluklar oluşur.	1
Su dinlendikçe ortamda var olan gaz ayrışmaya başlar.	1
Su ısınır ve yoğunluğu azalır.	1
İçinde hava olduğundan hacim artıyor.	1
Su kaba basınç uygular basınç sırasında sıcaklık açığa çıkar ve buharlaşma meydana gelir.	2
Suyun yapısı değişir, tanecikli yapı zamanla artar, basınç oluşur, basınç kabarcık oluşumuna neden olur.	1

Öğretmen adaylarının üçüncü soruya ilişkin cevapları incelendiğinde alternatif yapı içeren ifadelerin çoğunlukta olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının pet şişedeki hava kabarcıklarının oluşum nedenine ilişkin bilimsel anlamda açıklama yapma durumlarının düşük olduğu görülmektedir (Tablo 6).

Üçüncü soruya yönelik alternatif yapılar

Öğretmen adaylarının ikinci soruya verdikleri cevapların değerlendirme kategorileri altındaki dağılımları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Öğretmen adaylarının üçüncü soruya yönelik anlama düzeyleri

Anlama Düzeyleri	Öğrenci İfadeleri	f
Tam Anlama	Kütle sabittir. Kütle değişmeyen madde miktarı, buz sıvı hale geçince hacmi azalır, d artar (m kütleinin korunumu yasası vardır fiziksel değişimlerde değişmez v azalır d artar).	5
	d artar buz halindeyken yoğunluğu azdır, eriyince artar. Hacim azalır, bu halindeyken hacim fazladır eriyince azalır. V azalır d artar m değişmez. Buzun yoğunluğu sudan daha az olmasaydı deniz ve göller dipten donmaya başlardı ve canlılar yaşayamazdı.	8
	+4 derecede yoğunluk en fazla hacim en küçük değerde olur. Su donarken hacmi genişler, eridikçe azalır v azalacağı için su +4 dereceye gelene kadar yoğunluk artar sonra azalır.	1
Kısmî Anlama	m değişmez V azalır d artar.	7
	m madde miktarı değişmez kütle sabit kalıp yoğunluk arttığı için hacim azalır.	1
	m değişmez toplam madde miktarı sabit kalmıştır. V değişir azalır, d değişir.	1
Bir Spesifik Alternatif Yapı ile Kısmî Anlama	m değişmeyen madde miktarı fiziksel değişimlerde değişmez V azalır d değişmez.	1
	d buz sudan azdır, sıvı hale gelince hacim artar.	1
	m değişmeyen madde miktarı, değişmez V azalır d azalır.	2
	m değişmez d azalır.	1
	m değişmez hacim konusunda buz istisnai durumdur. Buz donarken hacmi artar, buzun yoğunluğunda değişme olmaz aynı kalır.	1
	m değişmez buzun yoğunluğu suya dönüşmüştür. Buzun yoğunluğu azalmıştır. V artar.	1
	d buz fazla iken eriyince d azalır m. V artar (m değişmez v artar d azalır).	2
	d azalır m değişmez değişmeyen madde miktarı V azalır buz katı eriyince sıvı tanecikler arası boşluk artar ve V artar.	4
	d artar m değişmez değişmeyen madde miktarı V artar buz katı eriyince sıvı tanecikler arası boşluk artar ve V artar.	2
	Kütle, kinetik enerji, sıcaklık ve hal değişimlerinde sabit kalır d ve V hal değişimlerinde değişir. m değişmez.	1
	Buz katı eriyince sıvı tanecikler arası boşluk artar ve V artar. m değişmez d azalır.	1
	Kütle hiçbir zaman değişmez hacimde bir azalma olur çünkü buz halindeyken suyla beraber havada vardır eriyince hava gider hacmi azalır.	1
	d azalır m değişmez V azalır çünkü su donarken genişler.	1
	d ve V azalır m kütleinin korunumu göre değişmez.	2
	Buzun erimesi fiziksel olaydır, buzun erimeden önceki hacmi ile eridikten sonraki hacmi aynı değildir çünkü sıvı hale geçince bulunduğu kabın hacmi kadar yer alır. m artma azalma olmaz d değişir.	1
	m değişmez d değişir V azalır.	1
m ve V değişmez d artar.	2	
m d değişmez V azalır.	1	

	d ve V artar m değişmez.	2
	Kütle korunur, hacim artar yoğunluk aynı kalır.	2
	m değişmez V artar d azalır. Buz haldeyken hacmi artar m değişmez d azalır m değişmez d azalır V artar.	7
	d azalır V artar m değişmez.	7
	m azalır d azalır V aynı.	1
	Buz suya dönüştüğü için hacmi ve kütlesi değişecektir. d, m ve V'ye bağlı olduğundan sabit kalacaktır.	1
	m ve d değişmez V artar.	6
	V değişir maddeler arası boşluk artar d değişmez ama buzun içine hava tanecikleri girdiyse değişir. Kütle değişir.	1
	m ve V değişmez, d sıvı moleküllerinin bir araya gelmesi ve ayrılmasıdır.	1
	d ve V değişmez m azalır.	1
Alternatif Yapılar	d değişmez birim hacimdeki madde miktarıdır. V değişir çünkü hacim maddenin uzayda kapladığı yerdir. Maddelerin arasındaki boşluk artacağından hacim azalır.	1
	$M = d \times V$ olduğundan sıcaklık artarsa yoğunluk kütle hacim değişmez.	1
	Buz halinin ve sıvı halinin kütleleri farklıdır. V azalır d değişmez.	1
	m ve d değişmez tanecikler birbirine yakın eriyince sıvı kabın hacmi kadar olur.	1
	Yoğunluk değişmez, kütle artar, hacim artar.	1
	Yoğunluk azalır, madde katı halden sıvı hale geçmiştir tanecikler arası boşluk artmıştır, kütle ve V değişmez.	3
	Suyun yapısı değişir, tanecikli yapı zamanla artar, boşluklar oluşur.	1

Not: Tabloda belirtilen kısaltmalar m =kütle d =yoğunluk V =hacim

Öğretmen adaylarının üçüncü soruya ilişkin cevapları incelendiğinde Spesifik Alternatif Yapı ile Kısmî Anlama düzeyindeki ifadelerin çoğunlukta olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının suyun yapısına ve buzun hal değiştirmesinde kütle, hacim ve yoğunluk değişimine ilişkin bilimsel anlamda tam ve doğru açıklama yapma durumlarının düşük olduğu görülmektedir (Tablo 7).

Tartışma ve Sonuçlar

Anlama düzeylerinin belirlenmesine yönelik sonuçlar

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının en çok buz tamamen eridiğinde kütle, hacim ve yoğunluğundaki değişiminin incelendiği üçüncü soruya doğru cevap verdikleri görülmüştür (%14). Maddenin doğasına ilişkin konu içeriğinde buzun erimeden önceki ve eridikten sonraki kütle, hacim ve yoğunluğundaki değişime ilişkin anlama düzeylerinin negatif yönde daha çok olduğu söylenebilir. Bir spesifik alternatif yapıyla kısmî anlama düzeyinin %44 olması öğrencilerin buz eridiğinde kütle, hacim ve yoğunluk değişimine ilişkin sınırlı açıklama yapabildiklerini ve alternatif yapılara sahip olduklarını göstermektedir. Fen kavramları ve konuları bir bütün olarak düşünüldüğünde maddenin özelliklerine ilişkin temel bilgilerin öğrenilmesi diğer konuların anlaşılması açısından önemlidir (Barker,1995;

Benson, Wittrock & Baur, 1993; Griffiths & Preston, 1992; Kruger & Summers, 1989; Lin, Cheng & Lawrenz, 2000; Osborne & Cosgrove, 1983; Stavy, 1990).

Öğrencilerin en az doğru cevap verdiği ve alternatif yapıların en çok olduğu soru ise gazların sudaki çözünürlüğünün sıcaklıkla değişiminin incelendiği ikinci sorudur. Bu soru diğer sorulara göre daha çok günlük yaşamla ilişkilidir. Cevaplanma oranının düşük olması öğrencilerin soruda belirtilen durumu günlük yaşamda çok fazla gözlemlmelerine rağmen oluşum sebebi ve içeriği hakkında çok düşünmediklerini göstermektedir. Öğrenciler fen ile ilgili bilgilerini güncel hayattaki olaylarla bağdaştıramadıklarından (Garnett, Garnett & Hackling, 1995; Jauhariyah ve diğ., 2018; Lin, Cheng & Lawrenz, 2000; Mayer, 2011) anlamlı öğrenme konusunda sıkıntı yaşamaktadırlar. Öğretmen adaylarının olayın nedenlerini ve nasıllarını araştırarak bilimsel bilgiye ulaşmaktan ziyade olayın görüldüğü kısmıyla ilgilenmeleri anlama düzeylerinin düşük çıkmasının sebebi olabilmektedir.

Alternatif yapıların belirlenmesine yönelik sonuçlar

Ağzı açık kapta belirli sıcaklıkta saf sıvı bir maddenin (kütle değişikliği ihmal edilmek şartıyla) sıcaklık artması ve azalması durumunda yoğunluğunun nasıl değiştiğinin incelendiği birinci soruda; öğretmen adaylarının, “sıcaklık azaldığında tanecikler arası boşluk azalır, $d=m/V$ eşitliğinde m kütle sabit kaldığında V azalırsa d artar; sıcaklık arttığında ise tanecikler arası boşluk artar. $d=m/V$ eşitliğinde kütle sabitse hacim artarsa yoğunluk azalır” şeklinde cevaplar vermesi beklenmekteydi. Öğretmen adayları “sıcaklık arttıkça sıvıların hacmi ve kütlesi değişmediği için yoğunluk sabittir”, “sıcaklık arttıkça yoğunluk artar, sıcaklık azalınca yoğunluk azalır, doğru orantılıdır”, “yoğunluk sıcaklıktan etkilenmez” şeklinde alternatif yapı içeren benzer cevaplar vermişlerdir. Cevaplar incelendiğinde öğrencilerin, $d=m/V$ eşitliğinde değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklayamadıkları ve tanecikler arası mesafe değişimini göz ardı ettikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının cevapları incelendiğinde, genelde formüldeki değişkenler üzerinden hacim ve yoğunluk arasında ilişki kurmaya çalıştıkları görülmektedir. Anlamlı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için formülün bilinmesinin yanı sıra formüldeki değişkenlerin neyi ifade ettiği, aralarında ne tür ilişkinin olduğu farklılık ve benzerlikleriyle tanımlanmalıdır (Abraham ve diğ., 1992; Bodner, 1991; Çalık & Ayas, 2005; Dori & Hameiri, 2003; Ebenezer & Erickson, 1996; Goodwin, 2002). Güneş, Taştan Akdağ ve Güneş (2016) tarafından yapılan çalışmada yoğunluğun tanımı sorulmuş ve çalışma grubunun doğru tanımlama yapamadığı ve formülü doğru olarak kullanamadıkları görülmüştür.

Dori ve Hameiri (2003); Philipp, Johnson ve Yeziarski (2014) ve Vikström (2014) yaptıkları çalışmalarda fen eğitiminde sembol, makro ve mikro öğrenme olmadan ve içerik derinlemesine anlaşılmadan seviyeler ve bunlar arasındaki dönüşümlerin doğru şekilde sınıflandırılmayacağını vurgulamışlardır. “Sıcaklık arttığında sıvı buharlaşır ve yoğunluk azalır, sıcaklık azaldığında ise katılaşabilirler bu durum yoğunluğu artırır”, “sıcaklık arttığında sıvılar gaz haline geldiğinden yoğunluk artacak” şeklindeki alternatif yapılar öğretmen adaylarının yoğunluk kavramını tam olarak bilmediklerini göstermiştir. Ayrıca sıcaklığın maddede hal değişimine neden olduğu için yoğunluğun değişeceği sonucuna varmışlardır. Kütleinin yoğunluk yerine kullanıldığını ve yoğunluk kavramının genel olarak anlaşılmadığını ifade eden

mevcut çalışma bulgusuyla uyumlu çalışmalar bulunmaktadır (Kind, 2004; Schmidt, 1997). Tamkavas, Kıray, Koçak ve Koçak (2016) yaptıkları içerik analizi çalışmasında literatürde *“sıcaklık artınca özkütle de artar”* alternatif yapısının bulunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca ilgili çalışmalardan yoğunluk kavramının bilimsel olarak kabul edilebilir bir şekilde tam anlaşılmadığı sonucuna varılabilir (Hewson & Hewson, 1983; Kang, Scharmann, Noh & Koh, 2005; Rowell & Dawson, 1977).

Gazların sudaki çözünürlüğünün sıcaklıkla değişiminin incelendiği ikinci soruya öğretmen adaylarının *“suyun sıcaklığı arttıkça içinde çözünmüş gazların çözünürlüğü gittikçe azalır ve çözünmüş gazların bir miktarı kabarcıklar şeklinde şişenin iç yüzeyinde toplanır. Bu kabarcıkların miktarı gittikçe artar, belirli büyüklüğe ulaştıklarında yukarı hareket ederek, yüzeye ulaşırlar. Yüzeye ulaşan kabarcıklar patlar ve içindeki gaz havaya karışır”* şeklinde cevaplar vermesi beklenmekteydi. Öğretmen adayları *“su içinde taneciklerin arasında boşluklar oluşur”*, *“maddeler içinde boşluklar vardır hava bu boşlukları doldurur”* ve benzeri alternatif yapı içeren cevaplar vermişlerdir. Pet şişedeki su içerisinde hava kabarcıklarının oluşumunu maddenin tanecikli yapısıyla çok fazla ilişkilendirdikleri görülmüştür. Maddede gözlemlenebilen bazı özelliklerinin tanecikli yapıyla açıklanması sorunu çoğu çalışma bulgusunda da ifade edilmiştir (Adadan, 2014; Boz, 2006; Gabel, Hunn & Samuel, 1987; Novick & Nussbaum, 1981).

İkinci soruya ilişkin *“hava sudan çabuk ısındığı için”*, *“açık hava basıncından dolayı pet şişede hava kabarcıkları oluşur”* şeklindeki alternatif yapılar da göze çarpmaktadır. Bu ifadelerden anlaşıldığı üzere öğretmen adaylarının pet şişedeki su içerisinde hava kabarcıklarının oluşumunu açıklamaya çalıştıkları diğer husus sıcaklıktır. Ancak sıcaklık artışını gazların sudaki çözünürlüğüyle doğru olarak ilişkilendirememişlerdir. Bir olayın nasıl gerçekleştiği ve nedenleri araştırılarak anlaşılmaması, gündelik fikirlerin yorumlanmasını zorlaştırmaktadır (Blanco & Prieto, 1997). İlgili çalışmalarda da *“sıcaklık ile çözünürlük gazlarda doğru orantılı olduğu için sıcaklık arttıkça çözünürlük artar”* (Ruşçuklu & Özdilek, 2019), *“sıcaklık çözünürlüğü etkilemez”* (Coştu, Ayas, Açıklar & Çalık, 2007) şeklinde alternatif yapılar tespit edilmiştir.

Buz tamamen eridiğinde kütle, hacim ve yoğunluğundaki değişimin incelendiği üçüncü soruya öğretmen adaylarının *“fizik kurallarına göre bir madde ısıtıldığında genişler, genişler. Soğutulduğunda da büzülür, yani hacmi azalır. Ancak su bu kurala uymaz, aksine sıfır derecenin altına soğutulduğunda donar ve buz olarak hacmi azalacağına artar. +4 °C’de suyun hacmi en küçük değerini almaktadır. Bu sıcaklıktan sonra suyun hacmi artmaya başlamaktadır. +4 °C suyun hacminin en küçük, yoğunluğunun ise en büyük olduğu sıcaklıktır. +4 °C altındaki sıcaklıklarda suyun hacmi artar, hacmi artarsa yoğunluğu azalır. Saf su buza dönüşürken, hacmi genişler. Yani buz eridiğinde hacmi azalır, yoğunluğu artar, kütle ise değişmeyen madde miktarıdır”* şeklinde cevaplar vermesi beklenmekteydi. En basit haliyle denizlerin üstten donmaya başlaması, gezegenimizi yaşanılır bir yer haline getirmektedir. Öğretmen adaylarının cevapları incelendiğinde genelde buz eridiğinde kütle sabit kalacağını ifade ettikleri görülmektedir. Ancak bu durumun aksine kütle değişeceğini belirten ifadeler de

bulunmaktadır. Öğretmen adaylarının “*buz katı, eriyince tanecikler arası boşluk artar ve hacim artar*”, “*hacim değişir maddeler arası boşluk artar yoğunluk değişmez ama buzun içine hava tanecikleri girdiyse değişir. Kütle değişir*”, “*buz halinin ve sıvı halinin kütleleri farklıdır. Hacim azalır yoğunluk değişmez*” şeklindeki cevapları suyun istisnai durumunu bilemediklerini göstermektedir. “*Suyun yapısı değişir, tanecikli yapı zamanla artar*” şeklindeki alternatif yapı öğretmen adaylarının buz ve suyun özelliklerinin farklı olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Belirlenen alternatif yapıların öğretmen adaylarında bulunması eğitim-öğretim ortamında yanlış anlamalara neden olacaktır.

İlgili literatürdeki bazı çalışma sonuçları suyun yapısına ilişkin farklı alternatif yapıların olduğunu göstermektedir. Mevcut çalışma bulgusuyla paralel olarak buzun ve suyun farklı maddeler olduğunun düşünüldüğü belirtilmiştir (Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 1994; Lee ve diğ., 1993; Schmidt, 1997). Çeşitli çalışmalarda “*eriyen buzdan gelen su, akan sudan farklıdır*” (Schmidt, 1997), “*buz molekülleri sert ve donmuştur*” (Lee ve diğ., 1993), “*buzun ve suyun kimyasal yapısı farklıdır*” (Lemma, 2013), “*buz eridiğinde bağlar gevşer ve kopar*”, “*buzun erimesi sırasında hidrojen ile oksijen arasındaki mesafe de artar*” (Şen & Yılmaz, 2012) şeklinde alternatif yapılar belirlenmiştir. Suya ilişkin alternatif yapılar buzun erimesi olayının geri dönüşümlü süreçler olarak görülmediğini göstermektedir (Horton, 2007). Çakmak, Çakmak ve Topal (2018) suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile ilgili yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının su konusundaki bilgilerinin alternatif yapılar içerdiğini belirtmişlerdir.

Sonuç

Öğretmen adaylarının sorulara verdikleri cevaplar incelendiğinde genellikle alternatif yapılar içeren ve bilimsel olarak doğru olmayan cevaplar verdikleri görülmektedir. Sınıf öğretmenliği öğretim programında eskiden fen içerikli dersler ayrı ayrı Fizik, Kimya ve Biyoloji olarak okutulmaktaydı. Yeni programda ise bu dersler “*İlköğretimde Temel Fen Bilimleri*” adı altında tek bir ders olarak okutulmaktadır. Öğretmen adayları “*Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları*” dersinden önce fen içerikli herhangi bir uygulama dersi almamaktadırlar. Bu durumun öğretmen adaylarını fen olaylarını anlama ve bilimsel açıklama getirebilme açısından sınırlandırdığı düşünülmektedir. Özellikle yoğunluk kavramına ilişkin açıklama yapılırken formülle ifade etmekten ziyade kavramın bilimsel tanımı verilerek ilişkisinin açıklanması alternatif yapı oluşumunu engelleyebilecektir.

Yazarların Makaleye Katkı Oranları

Yazar çalışmayı tek başına hazırlamış olup bütün katkı yazara aittir.

Çıkar Beyanı

Çalışmada gerek çalışmanın planlanması gerek yürütülmesi gerekse verilerin toplanması sürecinde yazar ve diğer taraflar arasında herhangi bir çıkar çatışması söz konusu değildir.

Destek Beyanı

Bu çalışma hiçbir kurum ve kuruluş tarafından desteklenmemiştir.

Kaynaklar

Abraham, M.R., Grzybowski, E.B., Renner, J.W. & Marek, E.A. (1992). Understandings and misunderstandings of eight graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 105-120.

Adadan, E. (2012). Using multiple representations to promote grade 11 students' scientific understanding of the particle theory of matter. *Research in Science Education*, 43(3), 1079-1105.

Adadan, E. (2014). Investigating the influence of pre-service chemistry teachers' understanding of the particulate nature of matter on their conceptual understanding of solution chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 15, 219-238.

Akdeniz, A.R., Bektaş, U. & Yiğit, N. (2000). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin temel fizik kavramlarını anlama düzeyi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 5-14.

Amin T.G., Carol. S. & Wisler. M. (2014). *Student Conceptions and Conceptual Change: Three Overlapping Phases of Research*. To appear in N. Lederman and S. Abell (Eds), *Handbook of Research in Science Education*, Vol. II. New York: Routledge

Artdej, R., Ratanaroutai, T. & Coll, R.K. (2010). Thai grade 11 students' alternative conceptions for acid-base chemistry. *Research in Science & Technological Education*, 28(2), 167-183.

Atwood, R.A. & Atwood, V.A. (1996). Prospective elementary teachers' conceptions of the causes of seasons. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 553-563.

Ayas, A., Özmen, H. & Çalık, M. (2010). Students' conceptions of the particulate nature of matter at secondary and tertiary level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), 165-184.

Banawi, A., Sopandi, W., Kadarohman, A. & Solehuddin, M. (2019). Prospective primary school teachers' conception change on states of matter and their changes through Predict-Observe-Explain Strategy. *International Journal of Instruction*, 12(3), 359-374.

Barker V. (1995). *A longitudinal study of 16–18-year old's' understanding of basic chemical ideas*. Doctoral dissertation, Department of Educational Studies, University of York.

Bendal, S., Goldberg, F. & Galili, I. (1993). Prospective elementary teachers' prior knowledge about light. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 1169-1187.

Benson, D.L., Wittrock, C.M. & Baur, M.E. (1993). Students' preconceptions of the nature of gases. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(6), 587-597.

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.

Bodner, M.B. (1991). The conceptual knowledge of beginning chemistry graduate students. *Journal of Chemical Education*, 68(5), 385-388.

Boz, Y. (2006). Turkish pupils' conceptions of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education and Technology*, 15(2), 203-213.

Coştu, B., Ayas, A., Açıkkar, E. & Çalık, M. (2007). Çözünürlük konusu ile ilgili kavramlar ne düzeyde anlaşılıyor? *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 13-28.

Çakmak, M., Çakmak, R. & Topal, G. (2018). Öğretmen adaylarının su hakkındaki bilgi düzeyleri ve kavram yanlışları. *Electronic Turkish Studies*, 13(27), 385-404.

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. & Ünal, S. (2006). Çözünme kavramıyla ilgili öğrenci kavramalarının tespiti: bir yaşlar arası karşılaştırma çalışması. *Gazi Üniversitesi Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(3), 309-322.

Dori, Y.J. & Hameiri, M. (2003). Multidimensional analysis system for quantitative chemistry problems—Symbol, macro, micro and process aspects. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 278-302.

Driver, R. & Erickson, G. (1983). Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Journal Studies in Science Education*, 10(1), 37-60.

Driver, R. & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1994). *Making Sense of Secondary Science: Research into Children's Ideas* (2nd Ed.). London: Routledge.

Ebenezer, J.V. & Erickson, G.L. (1996). Chemistry students' conceptions of solubility: A phenomenography. *Science Education*, 80, 181-201.

Gabel, D.L., Hunn, D. & Samuel, K.V. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64(8), 695-697.

Garnett, P.J., Garnett, P.J. & Hackling, M.W. (1995). students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Journal Studies in Science Education*, 25(1), 69-95.

Gilbert, J. K. & Zyberstajn, A. (1985). A conceptual framework for science education: The case study of force and movement. *European Journal of Science Education*, 7, 107-120.

Goodwin, A. (2002). Is salt melting when it dissolves in water? *Journal of Chemical Education*, 79, 393-396.

Griffiths, A.K. & Preston, K.R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 611-628.

Güneş, T., Taştan Akdağ, F. & Güneş, O. (2016). Lise öğrencilerinin sıvıların kaldırma kuvvetinin öğrenilmesine yönelik hazır bulunuşlukları ve kavram yanlışları. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2 (1), 20-32.

Haidar, A.H. (1997). Prospective chemistry teachers' conceptions of the conservation of matter and related concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 181-197.

Hançer, A.H., Şensoy, Ö. & Yıldırım, H.İ. (2003). İlköğretimde çağdaş fen bilgisi öğretiminin önemi ve nasıl olması gerektiği üzerine bir değerlendirme. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 80-88.

Hewson, M.G. & Hewson, P.W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(8), 731-743.

Horton, C. (2007). Student alternative conceptions in chemistry. *California Journal of Science Education*, 7(2), 18-38.

Jauhariyah, M.N.R., Suprpto, N., Suliyannah, S., Admoko, S., Setyarsih, W., Harizah, Z. & Zulfa, I. (2018). The students' misconceptions profile on chapter gas kinetic theory. *Journal of Physics: Conference Series*, 997(1).

Johnson, P. (1998). Children's understanding of changes of state involving the gas state, Part 1: Boiling water and the particle theory. *International Journal of Science Education*, 20(5), 567-583.

Kang, S., Scharmann, L.C., Noh, T. & Koh, H. (2005). The influence of students' cognitive and motivational variables in respect of cognitive conflict and conceptual change. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1037-1058.

Karaaslan, E.H. & Ayas, A. (2016). Fen eğitiminde 'bilimsel açıklama' ve önemi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(3), 101-120.

Kartal, T., Öztürk, N. & Yalvaç, H.G. (2011). Misconceptions of science teacher candidates about heat and temperature. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 2758-2763.

Kesmez, İ. (2010). *Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları-1*. 2. Baskı, Erzurum.

Kimmerle, J., Moskaliuk, J., Oeberst, A. & Cress, U. (2015). Learning and collective knowledge construction with social media: A process-oriented perspective. *Educational Psychologist*, 50(2), 120-137.

Kind, V. (2004). *Beyond Appearances: Students' Misconceptions about Basic Chemical Ideas*, 2nd Edition, School of Education, Durham University, UK.

King, C.J.H. (2010). An analysis of misconceptions in science textbooks: Earth science in England and Wales. *International Journal of Science Education*, 32(5), 565-601.

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.

Konur, K. & Ayas, A. (2004). *Sınıf öğretmeni adaylarının bazı kimya kavramlarını anlama seviyeleri*. VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi, 9-11 Eylül, İstanbul,

Koray, Ö., Akyaz, N. & Köksal, M.S. (2007). Lise öğrencilerinin "çözünürlük" konusunda günlük yaşamla ilgili olaylarda gözlenen kavram yanılgıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 241-250.

Kruger C.J. & Summers M.K. (1989). An investigation of some primary teachers' understanding of change in materials. *The School science review*, 71(255), 17-27.

Lee, O., Eichinger, D.C., Anderson, C.W., Berkeimer, G.D. & Blakeslee, T.D. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Chemical Education*, 67, 248-252.

Lemma, A. (2013). A diagnostic assessment of eighth grade students' and their teachers' misconceptions about basic chemical concepts. *African Journal of Chemical Education*, 3(1), 39-59.

Lin, H-S., Cheng, H-J. & Lawrenz, F. (2000). The assessment of students and teachers' understanding of gas laws. *Journal of Chemical Education*, 77(2), 235-238.

Marx R.W., Blumenfeld P.C., Krajcik J.S., Fishman B., Soloway E., Geier, R. & Tal. R.T. (2004). Inquiry-based science in the middle grades: Assessment of learning in urban systemic reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 1063–1080.

Mayer, K. (2011). Addressing students' misconceptions about gases, mass, and composition. *Research: Science and Education*, 88(1), 111-115.

McMillan, J. H. & Schumacher, S. (2010). *Research in Education: Evidence-Based Inquiry*. 7th Edition, My Education Lab Series, Pearson, Upper Saddle River, New Jersey.

Miles, M.B. & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. (2nd Edition). California: SAGE Publications.

Mirzalar–Kabapınar, F. & Adik, B. (2005). Ortaöğretim 11. sınıf öğrencilerinin fiziksel değişim ve kimyasal bağ ilişkisini anlama seviyesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 38(1), 123-147.

Nicoll, G. (2001). A report of undergraduates' bonding misconception. *International Journal of Science Education*, 23, 707-730.

Novick, S. & Nussbaum, J. (1978). Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: An interview study. *Science Education*, 62, 273-281.

Novick, S. & Nussbaum, J. (1981). Pupils' understanding of the particulate nature of matter: A cross-age study. *Science Education*, 65(2), 187-196.

Osborne R. & Cosgrove M. (1983), Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.

Osborne, R., Bell, B. & Gilbert, J. (1983) Science teaching and children's views of the world. *European Journal of Science Education*, 5, 1-14.

Özmen, H., Ayas, A. & Coştu, B. (2002). Fen bilgisi öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı hakkındaki anlama seviyelerinin ve yanılgılarının belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 2(2), 507-529.

Philipp, S.B., Johnson, D.K. & Yeziarski, E.J. (2014). Development of a protocol to evaluate the use of representations in secondary chemistry instruction. *Chemistry Education: Research and Practice*, 15, 777-786.

Prieto, A., Blanco, A. & Rodriguez, A. (1989). The ideas of 11 to 14-year-old students about the nature of solutions. *International Journal of Science Education*, 11, 451-463.

Rowell, J.A. & Dawson, C.J. (1977). Teaching about floating and sinking: an attempt to link cognitive psychology with classroom practice. *Science Education*, 61(2), 245-253.

Ruşçuklu, P. & Özdilek, Z. (2019). Bütünleştirilmiş anlaşma halkaları ve TGA yönteminin çözünürlüğe etki eden faktörler konusundaki kavramsal anlamaya etkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20, 621-648.

Schmidt, H.J. (1997). Students' misconceptions - looking for a pattern. *Science Education* 81(2), 123-135.

Şen, Ş. & Yılmaz, A. (2012). Erime ve çözünmeyle ilgili kavram yanlışlarının ontoloji temelinde incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 54-72.

Stavy, R. (1990). Children's conception of changes in the state of matter: From liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), 247-266.

Strauss, S. (1981). Cognitive development in school and out. *Cognition*, 10(1-3), 295-300.

Taber, K.S. (1998). An alternative conceptual framework from chemistry education. *International Journal of Science Education*, 20, 597-608.

Tamkavas, Ç.H., Kıray, S.A., Koçak, A. & Koçak, N. (2016). Studies conducted on misconceptions about heat and temperature in Turkey between 2005-2015: A content analysis. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 10 (2), 426-446.

Valandines, N. (2000). Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(2), 249-262.

van Riesen, S.A.N., Gijlers, H., Anjewierden, A. & de Jong, T. (2018). The influence of prior knowledge on experiment design guidance in a science inquiry context. *International Journal of Science Education*, 40(11), 1327-1344.

Vikström, A. (2014). What makes the difference? Teachers explore what must be taught and what must be learned to understand the particulate character of matter. *Science Teacher Education*, 25, 709-727.

Yağbasan, R. & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 102-119.

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2018). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.