



Investigating Preservice Science Teachers' Misconceptions on Heat and Temperature

Rabia ACEMIOĞLU^{1*}, Yakup DOĞAN²

^{1,2}Kilis 7 Aralık University, Kilis

ARTICLE INFO

Article History:

Received 13.11.2018

Received in revised form 03.01.2019

Accepted 04.01.2019

Available online

15.01.2019

ABSTRACT

It is important to know whether the teachers who have a significant impact on students' learning process have misconceptions and how to eliminate them. If preservice teachers have misconceptions about some concepts, they may teach their students about these concepts incorrectly or may not be able to teach them correctly in a scientific sense when they become teachers. This study has aimed to determine whether preservice science teachers have misconceptions about heat and temperature. To this end, a questionnaire in which there are closed and open-ended questions prepared by researchers were applied to 44 preservice science teachers who were studying at a public university located in Southeast Anatolia in Turkey. Descriptive statistics and content analyses of the data were obtained. As a result, it was identified that preservice teachers had misconceptions about the concepts of heat and temperature, and that they expressed the temperature as a kind of energy and heat as a measurement in an incorrect manner. It was seen that the majority of preservice teachers did not know that there was no proportioning between the temperature measurements, and that they described the heat as inversely proportional to temperature. Based on these results, some suggestions were presented in order to eliminate the misconceptions of preservice teachers.

© 2019 JMRFE. All rights reserved

Keywords:

Misconceptions, heat, temperature, science education, preservice science teachers

Extended Abstract

Purpose

The concepts of heat and temperature are the most common concepts encountered in daily life, and therefore, lead to a misconception which is difficult to change if learned wrongly. When we look at the studies on the concepts of heat and temperature in the literature, which intensively exist in the daily life as well as science education, it is observed that students have difficulty in distinguishing and understanding heat and temperature. The most challenging issues of science teachers in concept teaching are expressed as heat and temperature, heredity and systems, buoyancy, pressure, force and motion, and simple machines.

It is of great importance to know whether the teachers who have a significant impact on students' learning process have misconceptions and how to eliminate them. If preservice teachers have misconceptions about the concepts of heat and temperature, they may also teach

*Corresponding author's address: Kilis 7 Aralık University, Institute for Graduate Studies in Sciences and Engineering, Kilis, TURKEY
e-mail: racemioglu@gmail.com

these concepts to their students in a wrong way or may not be able to teach them correctly in a scientific sense. In such a case, students cannot be expected to gain the desirable acquisitions given in the curriculum, and to use these concepts correctly in daily life. For this reason, it is aimed to identify whether preservice science teachers have misconceptions about heat and temperature.

Method

Phenomenology research design was used in this study that aimed to determine the misconceptions of preservice teachers about the heat and temperature. The study group of this study consisted of 44 preservice teachers studying at the 4th year of Science Education Program of a state university in Southeastern Anatolia region in 2016-2017 academic year. Convenience sampling method was used to determine the study group. In this study, the misconceptions of preservice science teachers about heat and temperature were aimed to be identified with a questionnaire including closed-ended and open-ended questions. The frequency and percentage calculations of the quantitative data obtained in the study were made, and the qualitative data were subjected to content analysis.

Results

According to the answers to the closed-ended questions about heat and temperature, almost all of the preservice teachers stated that heat and temperature were not the same concept, majority of them stated that heat depended on the amount of matter but temperature did not depend on the amount of matter, and similarly temperature was a type of energy while heat was measurement. Almost half of the teachers stated that the measured temperature of a glass of water taken from the sea would be lower than the temperature of sea water when measured at different altitudes while other teachers remained hesitant. The vast majority of preservice teachers stated that the temperature of 40°C was twice the temperature of 20°C, and that heat was the total kinetic energy of the molecules in the substance. While more than half of the preservice teachers stated that the heat of the energizing substances increased, the majority of them stated that the heat and the temperature were directly proportional.

According to the given answers to open-ended questions about heat and temperature, it was found that the majority of the preservice teachers associated with the cooling of a cup of hot water only with the 'cooling' code, but did not express how to apply a cooling method. While the majority of preservice teachers defined the heat exchange phenomenon between two bodies with the correct codes, one participant made a mistake by responding it with the temperature exchange code. It was identified that almost half of the preservice teachers gave misconceptions about the presence of material heat, indicating that the matters did not have any heat.

Discussion, Conclusion and Recommendations

It was found that very few of the participated preservice teachers experienced a misconception by defining heat and temperature as the same concept. It was seen that more than half of the preservice teachers stated that the temperature depended on the amount of matter and that the temperature did not depend on the amount of matter. However, it was identified that approximately one fourth of the preservice teachers stated that heat was not

dependent on the amount of matter. Nearly half of the preservice teachers were identified to know the temperature as a kind of energy and heat as a measurement, a situation displaying the relevant misconceptions. It was also found that more than half of the preservice teachers stated that the temperature of 40°C was twice the temperature of 20°C, which shows that the majority of preservice teachers do not know that there is no proportioning between the temperature measurements. It was identified that a small part of the preservice candidates had a misunderstanding about whether the heat had total kinetic energy of the molecules in the substance. Approximately half of the preservice teachers stated that the heat of the energizing substance increased, and more than half of them said it did not. Again, more than half of the preservice teachers did not describe the heat to be inversely proportional to the temperature, and that one fourth described the heat to be inversely proportional to temperature. Hence, it can be expressed that preservice teachers are confused about the heat and temperature concepts because they are abstract, and therefore they have misconceptions about heat and temperature.

According to the results obtained from the open-ended questions in the research, the majority of the preservice teachers were found to have misconceptions about heat and temperature. In the content analysis of preservice teachers' responses to cooling a glass of hot water, it was observed that preservice teachers explained the possibility to carry out a cooling process based on inter-object heat exchange. Again, the results obtained from the preservice teachers about the heat exchange between the two bodies, though the majority of the preservice teachers were observed to agree that a heat exchange between the two bodies would occur, a small number of codes were found to describe the temperature exchange between the two bodies. It was found that preservice teachers' responses to the existence of material heat correlated with the material heat with the highest number of codes.

Based on the results of this study, the fact that preservice teachers were found to be using a lack of and incorrect definitions and expressions related to heat and temperature indicated that they had misconceptions about heat and temperature. Thus, the following suggestions can be made in order to eliminate the misconceptions of preservice teachers.

- Preservice teachers can create a discussion about the subject and confront the misconceptions they have.
- In order to eliminate misconceptions about heat and temperature, practical activities can be organized to provide permanent traces of changes in the lives of preservice teachers.
- Laboratory, model and simulation activities can be carried out so as to eliminate misconceptions.



Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgılarının İncelenmesi*

Rabia ACEMİOĞLU^{1†}, YakupDOĞAN²

^{1,2}Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Kilis

MAKALE BİLGİ

Makale Tarihiçesi:
Alındı 13.11.2018
Düzeltilmiş hali alındı
03.01.2019
Kabul edildi
04.01.2019
Çevrimiçi yayınlandı
15.01.2019

ÖZET

Öğrencilerin öğrenme sürecinde önemli etkiye sahip olan öğretmenlerin kavram yanılgılarının olup olmadığının bilinmesi ve bu yanılgıların nasıl giderilebileceğinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Öğretmen adayları bazı kavramlara ilişkin kavram yanılgılarına sahip olurlarsa öğretmen olduklarında da bu kavramları öğrencilerine yanlış bir şekilde öğretebilir veya bilimsel anlamda doğru olarak öğretemeyebilirler. Bunun için bu araştırmada, Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusunda kavram yanılgılarının olup olmadığının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla araştırmacılar tarafından hazırlanan, kapalı ve açık uçlu soruların bulunduğu bir soru formu Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunan bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 44 Fen Bilgisi öğretmen adayına uygulanmıştır. Elde edilen verilerin betimsel istatistikleri ve içerik analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları konusunda kavram yanılgılarına sahip oldukları, sıcaklığı bir enerji çeşidi, ısıyı ise bir ölçüm olarak yanlış bir şekilde ifade ettikleri belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının çoğunluğunun sıcaklık ölçümleri arasında oranlama işlemi yapılmadığını bilmedikleri, ısıyı sıcaklıkla ters orantılı olarak nitelendirdikleri tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan hareketle öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanılgılarının giderilebilmesi için bazı öneriler sunulmuştur.

© 2019 MREFD. Tüm hakları saklıdır

Anahtar Kelimeler:

Kavram yanılgıları, ısı, sıcaklık, Fen Bilgisi eğitimi, Fen Bilgisi öğretmen adayları

Giriş

Eğitim, bireyin kendi yaşantısı yoluyla istendik olarak davranışlarında değişiklik meydana getirme süreci olarak tanımlanmaktadır (Ertürk, 1972, Akt. Demirel, 2005). Güven (2014) eğitimi, toplumların kültürel birikimlerini gelecek nesillere aktarmada önemli bir araç olarak belirtmektedir. Eğitim sürecinin sonunda bireyde ortaya çıkan davranışlar ise birer öğrenme ürünüdür. Özmen (2014)'e göre bireyin davranışlarında meydana gelen kalıcı değişiklikler olarak tanımlanan öğrenme, zihinsel bir süreç olmakla birlikte zihne ulaşan bilgilere anlam verilmesi ile gerçekleşmektedir. Davranış değişiklikleri ve zihinde bilgilere anlam verilmesi bireyin içinde bulunduğu yaşamın her alanına etki edebilmektedir. Bu nedenle öğrenme-öğretme sürecinin etkili ve verimli bir şekilde sürdürülmesi davranış

* Bu çalışmanın bir kısmı 13. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur

† Sorumlu Yazarın Adresi: Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis, TÜRKİYE
e-posta: racemioglu@gmail.com

değişikliklerinin olumlu yönde gerçekleşmesi ve öğrenilen bilgilerin anlamlı olması açısından önem taşımaktadır.

Ausubel'in öğrenme kuramına göre öğrencinin mevcut bilgi birikimi öğrenmeyi etkileyen en önemli faktördür (Yavuz & Büyükekeşi, 2011). Çünkü öğrenci bir bilgiyi öğrenirken zihninde var olan ön bilgiler ile yeni bilgileri yapılandırmaktadır (Bodner, Klobuchar & Geelan, 2001). Bilgileri yapılandırma sürecinin anlamlı bir şekilde gerçekleşmesi öğrenme-öğretme sürecinin verimliliği açısından önem teşkil etmektedir. Anlamlı öğrenmeyi savunan Ausubel'e göre sözel olarak gerçekleşen öğrenme, etkili bir şekilde uygulanırsa anlamlı olabilmektedir (Özmen, 2004). Yani bir konunun öğrenilmesi için bilinmesi gereken kavramların hatırlatılması yeni bilgilerin anlamlı olarak öğrenilmesine katkı sağlamaktadır (Köseoğlu & Kavak, 2001). Ancak öğrencilerin zihinlerinde yapılandırdıkları bilgiler arasında yanlış kavramlar bulunabileceğinden dolayı her öğrenme bireyler tarafından doğru bir şekilde gerçekleşmeyebilir (Turan & Koç, 2018). Bu durum ise anlamlı öğrenmelerin gerçekleşmesi için engel teşkil etmektedir. Anlamlı öğrenmelerin gerçekleşmesindeki en büyük engel kavram yanlışlarıdır (Kaptan & Korkmaz, 2001). Bayram (2010)'a göre kavram yanlışlığı, bireyin bir kavramı anladığı şeklini ortaklaşa kabul edilen bilimsel anlamından farklılık göstermesi olarak ifade edilirken, Başer ve Çataloğlu (2005)'na göre bilimsel gerçeğin ezberlenmesinden farklı olarak bireylerin hatalı zihinsel yapısından kaynaklı düşünme sürecinde bilimsel kavramları hatalı kullanmasıdır. Eryılmaz ve Sürmeli (2002)'ye göre ise kavram yanlışlığı, bir hata veya bilgi eksikliğinden kaynaklanmayıp, zihinde var olan bir kavramın yerini alan ancak bilimsel olarak o kavramın tanımından farklı olan anlam şeklinde tanımlanmaktadır.

Bilimsel gelişmelerin hızla artmasıyla birlikte kavramlara yüklenen anlamlar değişerek gelişmekte ve kavramsal öğrenmenin fen eğitimindeki önemi artmaktadır (Tamkavas, Kıray, Koçak & Koçak, 2016). Dolayısıyla kavramsal öğrenmeler yaşamın her alanında olduğu gibi fen eğitiminde de önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü fen eğitiminin amaçlarından biri öğrenme-öğretme sürecinde öğrencilerin soyut ve karmaşık olan fen kavramlarının ezberden uzak bir şekilde anlamlı öğrenmelerinin sağlanmasıdır (Bayram, 2010). Fen Bilimlerinin öğretim programındaki temel felsefesi ise tüm bireyleri fen okuryazarı olarak yetiştirmektir (MEB, 2018). Fen eğitiminde öğretilen kavramların anlamlılık açısından yeterliliği ne kadar iyi olursa fen okuryazarlığı vizyonuna ulaşmak da o derece mümkün olabilmektedir. Hedeflenen bu vizyona ulaşmak için ise öğretim sürecine başlamadan önce öğrencilerin ön bilgilerinin bilinmesi ve buna göre öğretim sürecinin inşa edilmesi anlamlı öğrenmeye katkı sağlayabilmektedir. Bu sebeple bireylere fen okuryazarlığının kazandırılması ve anlamlı öğrenmeye engel olan kavram yanlışlarının giderilmesi önem teşkil etmektedir (İlbi, 2006). Çünkü kavramsal anlamının başarı ile sağlanması sonraki konularda geçen kavramların da iyi anlaşılabilmesine yardımcı olacaktır (Uysal-Bilgin, 2010). Bu yüzden kavramların anlamlı bir şekilde öğrenilmesi fen eğitiminde önemli görülen konulardan biridir.

Kavram yanlışları bireylerin günlük yaşantıları sonucunda oluşmakla birlikte fen öğrenme sürecini de karmaşık bir süreç haline getirmektedir (Aydoğan & Köksal, 2017; Gülbaş & Gürçay, 2013). Fen öğrenme sürecinde meydana gelen kavram yanlışları yanlış öğrenmelere sebep olarak günlük hayatta birçok kavramın birbirinin yerine kullanılmasına neden olmaktadır. Özellikle erken yaşlardan itibaren ısı ve sıcaklıkla ilgili çeşitli izlenim ve yaşantıya sahip olan bireyler, ısı ve sıcaklıkla ilgili birçok ön kavrama sahiptirler (Başer &

Çataloğlu, 2005). Isı ve sıcaklık kavramları bireylerin günlük yaşamda çok sık karşılaştıkları kavramlardandır ve bu nedenle yanlış öğrenildiği takdirde değiştirilmesi zor olan bir kavram yanılığına sebep olur (Jara-Guerrero, 1993). Bireyler günlük yaşantılarında, aile ve yakın çevresiyle olan etkileşimlerinde ısı ve sıcaklıkla ilgili durum veya olaylarla karşılaşabilmektedir. Bu durum ve karşılaşma sonucunda bireylerin zihinlerinde ısı ve sıcaklıkla ilgili kavramlar oluşabilmektedir (Şenocak, Dilber, Sözbilir & Taşkesenligil, 2003). Ancak zihinde oluşan bu kavramlar arasında yanılığın yaşamak anlamlı öğrenmeler için önemli bir durumdur. Fen eğitiminin ve günlük hayatın içinde yoğun olarak bulunan ısı ve sıcaklıkla ilgili alanyazındaki çalışmalara bakıldığında öğrencilerin ısı ve sıcaklığı ayırt etmede ve anlamada zorlandıkları görülmektedir (Aydın, 2007; Buluş-Kırıkkaya & Güllü, 2008; Gönen & Akgün 2005a; Sarı-Ay & Aydoğdu, 2015). Kavram öğretiminde fen öğretmenlerinin en çok zorlandıkları konular; ısı ve sıcaklık, kalıtım ve sistemler, kaldırma kuvveti, basınç, kuvvet ve hareket, basit makineler olarak ifade edilmektedir (Güneş vd., 2010). Yapılandırmacı öğrenme anlayışına göre öğrenciler tarafından yeni öğrenilen bilgiler, bireyin zihninde daha önceden var olan kavramsal yapılar üzerine inşa edilmektedir. Fakat bu inşa sürecinde, doğru öğrenmenin yanı sıra, eksik ya da hatalı öğrenmeler oluşabileceği gibi giderilmesi oldukça zor olan kavram yanılığları da oluşabilmektedir (Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Öncelikle öğrencilerin öğrenme süreci üzerinde önemli etkiye sahip olan öğretmenlerin kavram yanılığlarının olup olmadığının bilinmesi ve bu yanılığın nasıl giderilebileceğinin bilinmesibüyük önem taşımaktadır. Öğretmen adayları ısı ve sıcaklık kavramlarına ilişkin kavram yanılığlarına sahip olurlarsa öğretmen olduklarında da bu kavramları öğrencilerine yanlış bir şekilde öğretebilir veya bilimsel anlamda doğru olarak öğretemeyebilirler. Böyle olunca da öğrencilerin müfredatta öngörülen kazanımları kazanması ve bu kavramları günlük hayatta doğru bir şekilde kullanmaları beklenemez. Bu sebeple bu çalışmada geleceğin öğretmenleri olacak olan Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanılığlarının olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem

Araştırmanın Deseni

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanılığlarının belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada nitel araştırma desenlerinden olgu bilim deseni kullanılmıştır. Olgubilim, farkında olduğumuz ancak ayrıntılı bir anlayışa sahip olmadığımız olgulara dayanarak, bir olguya ilişkin bireysel algıların ortaya çıkarılarak yorumlanmasını amaçlamaktadır (Karademir, Sarıkahya & Altunsoy, 2017; Yıldırım & Şimşek, 2008). Bu çalışmada da ısı ve sıcaklık kavramları katılımcıların geçmiş tecrübelerinde bu kavramlara ait yaşantılarının olduğu birer olgu olarak kabul edilmiş ve bu olguya ilişkin algılarının derinlemesine ortaya çıkarılması amaçlandığı için araştırma deseni olgubilim seçilmiştir.

Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu2016-2017 öğretim yılında Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer alan bir devlet üniversitesinin Fen Bilgisi Öğretmenliği programı 4. sınıfında okuyan 44 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma grubu belirlenirken kolay ulaşılabilir durum örnekleme kullanılmıştır. Kolay ulaşılabilir durum örnekleme araştırmaya hız ve pratiklik kazandırır. Çünkü bu yöntemde araştırmacı, yakın olan ve erişilmesi kolay olan bir

durumu seğer (Yıldırım & Şimşek, 2008). Araştırmacılarından birinin belirtilen üniversitede ęalıřıyor olması, diğerinin de bu üniversitede lisansüstü eğitim yapıyor olması sebebiyle bu yöntem tercih edilmiştir.

Veri Toplama Aracı

Kavram yanılgılarını belirlemek için; ęoktan seğmeli testler, gürüşmeler, açık uçlu sorular, kavram haritaları, kelime ilişkilendirme testleri veya bu tekniklerin kombinasyonları kullanılabilir (Schmidt, 1997). Bu ęalıřmada kapalı uçlu ve açık uçlu soruların yer aldığı bir soru formu ile fen bilgisi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılgıları belirlenmeye ęalıřılmıřtır. Soru formu hazırlanırken ilk olarak konuyla ilgili alanyazın taraması yapılarak ęeřitli ders kitaplarından ve soru bankalarından yararlanılmıştır. Daha sonra ise alanında uzman (1 fen eğitimi, 1 fizik eğitimi, 1 kimya eğitimi öğretim üyesi) kişilerin gürüşleri alınarak hazırlanan sorular incelenmiş ve dönütler doğrultusunda sekiz adet kapalı uçlu ve üç adet açık uçlu sorunun yer aldığı soru formu hazırlanmıştır. Soru formunun son hali ęalıřmaya katılan öğretmen adaylarına dağıtılarak yazılı olarak cevaplamaları istenmiştir.

Verilerin Analizi

44 Fen Bilgisi öğretmen adayına uygulanan soru formundan elde edilen nicel verilerin frekans ve yüzde olarak hesaplamaları yapılmış, nitel veriler ise içerik analizine tabi tutulmuştur. Tümevarımcı analiz yöntemine bağlı olan içerik analizi, birbirine benzeyen verilerin belirli kavram ve temalar ęeręevesinde bir araya getirilerek bir metnin bazı sözcüklerinin daha küçük kategoriler ile özetlendiği bir tekniktir (Çiltaş, Güler & Sözbilir, 2012; Kaya & Koçak-Usluel, 2011). Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar ęalıřmayı yürüten iki araştırmacı tarafından kodlanarak ortak kavramlar elde edilmiş ve bu ortak kavramlar soru formundaki sorulara dayalı olarak gruplandırılmıştır. Tüm verilerden elde edilen kodların metin iğindeki kullanım sıklıkları belirlenmiştir. Kodlayıcılar arasında “gürüş birliği” ve “gürüş ayrılığı” olan konular tartışılmış ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Kodlamaların güvenilirliği için Miles ve Huberman (1994) tarafından önerilen güvenilirlik [Güvenirlik = Gürüş Birliği / (Gürüş Birliği + Gürüş Ayrılığı)] formülü kullanılmıştır. İki araştırmacının yaptıkları kodlamalar arasındaki uyumu yüzdelerine bakılmış ve uyumu %85 olarak bulunmuştur. Güvenirlik hesaplarının %70’in üzerinde ęıkması, araştırma için güvenilir kabul edilmektedir (Miles & Huberman, 1994). Nitel verilerin içerik analizi sonucunda tema ve kodlar ęıkartılarak elde edilen bulgular tablo haline getirilmış ve tabloların altında örnek ifadelere yer verilmiştir.

Bulgular

Ęalıřmanın bu kısmında, araştırmaya katılan 44 Fen Bilgisi öğretmen adayının yarı yapılandırılmış gürüşme formundaki sorulara verdikleri cevapların analizleri sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklıkla ilgili kapalı uçlu sorulara verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri hesaplanarak Tablo 1’de verilmiştir. Tablo 1’e göre öğretmen adaylarının %97.7’sinin ısı ve sıcaklığın aynı kavram olmadığını, %2.2’sinin ise ısının sıcaklıkla aynı kavram olduğunu ifade ettikleri gürölmektedir. Yine öğretmen adaylarının %63.6’sı ısının madde miktarına bağlı ancak sıcaklığın madde miktarına

Tablo 1. Öğretmen Adaylarının Kapalı Uçlu Sorulara Verdikleri Cevapların Analizleri

Kapalı Uçlu Sorular	Hayır		Kararsızım		Evet	
	f	%	f	%	f	%
1. Isı ve sıcaklık aynı şeydir.	43	97.7	0	0	1	2.27
2. Isı madde miktarına bağlı, sıcaklık madde miktarına bağlı değildir.	7	15.9	8	18.1	28	63.6
3. Sıcaklık bir enerji çeşidi iken, ısı bir ölçümdür.	17	38.6	1	2.27	26	59.0
4. Denizden alınan bir bardak suyun ölçülen sıcaklığı, farklı rakımda tekrar ölçüldüğünde deniz suyunun sıcaklığından düşük bulunur.	7	15.9	17	38.6	20	45.4
5. 40 °C sıcaklık, 20 °C sıcaklığın iki katıdır.	12	27.2	3	6.8	28	63.6
6. Isı maddedeki moleküllerin toplam kinetik enerjisidir.	8	18.1	8	18.1	28	63.6
7. Enerji veren maddenin ısısı artar.	23	52.2	7	15.9	14	31.8
8. Isı sıcaklıkla ters orantılıdır.	25	56.8	10	22.7	9	20.4

bağlı olmadığını; %59.0'ı sıcaklığın bir enerji çeşidi olduğunu ancak ısının bir ölçüm olduğunu ifade etmişlerdir.

Yine elde edilen veriler doğrultusunda öğretmen adaylarının %45.4'ü denizden alınan bir bardak suyun ölçülen sıcaklığının farklı rakımda bir süre sonra tekrar ölçüldüğünde deniz suyunun sıcaklığından düşük bulunacağını belirtirken, %15.9'u düşük bulunmayacağını %38.6'sı ise kararsız kaldıklarını belirtmiştir.

Öğretmen adaylarının %63.6'sının 40 °C sıcaklığın 20 °C sıcaklığın iki katı olduğunu, 27.2'sinin olmadığını %6.8'sinin ise kararsız kaldıkları görülmüştür. Öğretmen adaylarının %63.6'sı ısının maddedeki moleküllerin toplam kinetik enerjisi olduğunu ifade ettikleri, %18.1'inin bu konuda kararsız kaldıkları ve %18.1'inin ise katılmadıkları belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarının %52.2'si enerji veren maddelerin ısısının artmadığını, %31.8'i arttığını ifade ederken, %15.9'u ise cevaplarında kararsız kalmışlardır. Öğretmen adaylarının %20.4'ü ısının sıcaklıkla ters orantılı olduğunu, %56.8'i ısı ve sıcaklığın doğru orantılı olduğunu, %22.7'si ise herhangi bir kararları olmadığını belirtmişlerdir.

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarına açık uçlu sorulardan ilk olarak “Bir bardak sıcak suyu nasıl soğutursunuz? Açıklar mısınız?” sorusu sorulmuş ve verdikleri cevapların içerik analizi sonucunda elde edilen bulgular Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2 incelendiğinde, öğretmen adaylarının bir bardak sıcak suyun soğutulması temasına ilişkin cevaplarının içerik analizine göre, öğretmen adaylarının bir bardak sıcak suyun soğutulması temasını 52 farklı kod ile ilişkilendiren açıklamalarla ifade ettikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının yarısından fazlası bir bardak sıcak suyun soğutulması temasını sadece “soğutma” kodu ile ilişkilendirdikleri ancak nasıl bir soğutma yöntemi uygulayacaklarını ifade etmedikleri görülmüştür. Fakat bir bardak sıcak suyun soğutulması temasını öğretmen adaylarının %9.6'sı “buharlaştırma”, %5.7'si “geniş kaba koyma”, %3.8'i

Tablo 2. Sıcak Suyun Soğutulması Temasına İlişkin İçerik Analizleri

Tema	Kodlar	f	%
Bir Bardak Sıcak Suyun Soğutulması	Soğutma	34	65.3
	Buharlaştırma	5	9.6
	Geniş kaba koyma	3	5.7
	Bekletme	2	3.8
	Karıştırma	2	3.8
	Bardaktan bardağa boşaltma	2	3.8
	Kaynatma	1	1.9
	Dışarıya ısı verme	1	1.9
	Güneş altında bekletme	1	1.9
	Yoğunlaştırma	1	1.9

“bekletme” ve “karıştırma”, %1.9’u da “kaynatma”, “güneş altında bekletme” gibi farklı kodlarla ilişkilendirmişlerdir. Bir bardak sıcak suyun soğutulması temasına ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları şöyledir:

Ö2: “Üzerine soğuk su koyarak.”

Ö11: “Suyun bulunduğu ortamdan daha soğuk bir ortama konursa bardak çevresine ısı vererek buharlaşacaktır. Ve bardaktaki su soğuyacaktır.”

Ö39: “Sıcak suyu soğutmak için önce bir kabın içine soğuk su katarım. Sıcak su ile dolu bardağı o kabın içine katarım. Isı alışverişi olacağı için sıcak su soğumuş olur.”

Fen Bilgisi öğretmen adaylarına “Sıcaklıkları farklı iki cisim birbirine dokundurulduğu zaman aralarında ısı alışverişi olur. Evet iseneden? Hayır ise neden?” sorusu sorulmuş ve verdikleri cevapların içerik analizi sonucunda elde edilen bulgular Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. İki Cisim Arasında Isı Alışverişi Temasına İçerik Analizleri

Tema	Kategoriler					
	Evet			Hayır		
	Kodlar	f	%	Kodlar	f	%
İki Cisim Arasında Isı Alışverişi	Isı alışverişi	21	41.2	Sıcaklık alışverişi	1	1.9
	Denge	15	29.2			
	Enerji alışverişi	7	13.8			
	Etkileşim	3	5.9			
	İletim yolu	2	3.9			
	Sabit sıcaklık	1	1.9			
	Elektronların nötrleşmesi	1	1.9			

Tablo 3 incelendiğinde, öğretmen adaylarının iki cisim arasında ısı alışverişi temasına ilişkin cevaplarının içerik analizine göre, öğretmen adaylarının 50 farklı kod ile iki cisim arasında ısı alışverişi gerçekleştiğini ifade ettikleri, 1 farklı kod ile de iki cisim arasında ısı alışverişi gerçekleşmediğini ifade etmedikleri görülmüştür. Oysaki maddeler sıcaklık farkları gereği ısı alışverişinde bulunurlar. İki cisim arasında ısı alışverişi temasını öğretmen adaylarının “denge”, “enerji alışverişi” “etkileşim”, “elektronların nötrleşmesi” gibi kodlar ile ilişkilendirdikleri görülmüştür. Ancak iki cisim arasında ısı alışverişi temasını “sıcaklık alışverişi” kodu ile ilişkilendirerek iki cisim arasında ısı değil de sıcaklık alışverişi gerçekleştiği yanlıgısını yaşayan öğretmen adayı olduğu da görülmüştür. İki cisim arasında ısı alışverişi gerçekleştiğini düşünen öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları şöyledir:

Ö3: “Evet. Isı bir enerji olduğu için tanecikler arasında bir enerji iletimi olur.”

Ö28: “Evet. Farklı enerjilere sahiptirler. Aralarındaki bu enerji farkı eşitlenmeye çalışır.”

Ö40: “Evet. Sıcaklıkları farklı olduğu için sıcaklığı yüksek olan madde sıcaklığı düşük olan maddeye ısı verecektir. Sıcaklık dengelenene kadar ısı alışverişi olur.”

İki cisim arasında ısı alışverişi gerçekleşmediğini düşünen öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları şöyledir:

Ö37: “Hayır. Aralarında sıcaklık alışverişi olur.”

Fen Bilgisi öğretmen adaylarına “Bir maddenin ısı var mıdır diyemeyiz. Evet ise neden? Hayır ise neden?” sorusu sorulmuş ve verdikleri cevapların içerik analizi sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Madde Isısının Varlığı Temasına İlişkin İçerik Analizleri

Tema	Kategoriler					
	Evet			Hayır		
	Kodlar	f	%	Kodlar	f	%
Madde Isısının Varlığı	Madde sıcaklığı	6	11.6	Her maddenin ısısının olması	14	26.9
	Madde ısısı	4	7.7	Sıcaklığın olması	6	11.6
	Sahip olunan enerji	2	3.8	Toplam enerji	4	7.8
	Sıcaklığın ölçüm olması	1	1.9	Enerji	4	7.8
	Madde arası geçiş	1	1.9	Öz ısı	2	3.8
	Ortam alışverişi	1	1.9	Kinetik enerji	2	3.8
	Aktif hal	1	1.9	Isı alışverişi	1	1.9
	Konveksiyon	1	1.9	Etkileşim	1	1.9
				Sıcaklığın ölçüm olması	1	1.9

Tablo 4 incelendiğinde, öğretmen adaylarının madde ısısının varlığı temasına ilişkin cevapların içerik analizinden elde edilen bulgulara göre, öğretmen adayları bir maddenin ısısının olmadığını 17 farklı kod ile ilişkilendirdikleri görülmüştür. Ancak öğretmen adaylarının bir maddenin ısısının olduğunu 35 farklı kod ile açıklamaya çalıştıkları görülmüştür. Bir maddenin ısısının olmadığını ifade eden öğretmen adayları bu durumu “madde sıcaklığı”, “sahip olunan enerji”, ortam alışverişi” gibi farklı kodlarla açıklarken; bir maddenin ısısının olduğunu ifade eden öğretmen adayları ise bu durumu “sıcaklığın olması”, “öz ısı”, sıcaklığın ölçüm olması” gibi farklı kodlarla ilişkilendirdikleri saptanmıştır. Isı, enerjinin sıcaklık farkına dayalı olarak aktarım şeklidir. Sıcaklık farkı ve sıcaklıkları farklı cisimlerin teması söz konusu değilse ısı kavramından bahsedilemez. Yani bir cismin enerjisinden ve sıcaklığından bahsedilebilirken ısısından bahsedilemez. Maddelerin sıcaklık farkları gereği ısı, sıcaklığı yüksek olandan düşük olana doğru akmakta ve bu durum bir nesnenin ısıya sahip olamayacağını göstermektedir. Bir maddenin ısısının olduğunu düşünmeyen öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları şöyledir:

Ö16: “Evet. Çünkü bir maddenin sıcaklığını ölçeriz ısısını değil.”

Ö42: “Evet deriz. Isının yayılması vardır. En basitinden konveksiyon yoluyla yayılmasını suyun ısıtılması, yayılması olayı ile verip ısısının madde üzerindeki varlığını ispatlarız.”

Ö15: “Evet. Çünkü maddelerin ifade edilen belli bir sıcaklık değerine göre ifade ederiz.”

Bir maddenin ısısının olduğunu düşünen öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları şöyledir:

Ö2: “Hayır. Bir maddenin ısısı vardır. Isı maddenin sahip olduğu toplam enerjidir.”

Ö19: “Hayır diyebiliriz. Çünkü maddeler ısı alıp verirler.”

Ö28: “Hayır. Çünkü her maddenin tanecikleri arasındaki etkileşim bir ısı meydana getirir.”

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Araştırmada kapalı uçlu sorulardan elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının neredeyse tamamı ısı ve sıcaklığı aynı kavram olarak nitelendirmezken, sadece bir öğretmen

adayının ısı ve sıcaklığı aynı kavram olarak nitelendirdiği bulunmuştur. Ancak bu durumun bilgi eksikliğinden kaynaklanmış olabileceği düşünölmektedir. Öğretmen adaylarının yarısından fazlası ısının madde miktarına bağlı olduğunu, sıcaklığın ise madde miktarına bağlı olmadığını belirttikleri tespit edilmiştir. Ancak öğretmen adaylarının bir kısmının ise ısının madde miktarına bağlı olmadığını belirttikleri saptanmıştır. Kaptan ve Korkmaz (2001)'ın yaptıkları çalışmada ise mevcut çalışmadan farklı olarak öğretmen adaylarının ısıyı sıcaklıkla aynı anlamda genelledikleri görölmektedir.

Öğretmen adaylarının yarısına yakınının sıcaklığı bir enerji çeşidi, ısıyı ise bir ölçüm olarak bildikleri saptanarak kavram yanılığı yaşadıkları belirlenmiştir. Buluş-Kırıkkaya ve Güllü (2008)'nün yaptığı çalışmada da mevcut çalışmayla benzer olarak öğrencilerin yarısına yakınının ısıyı ölçüm olarak, üçte ikisinin de sıcaklığı bir enerji çeşidi olarak ifade ettikleri görölmektedir. Paik, Cho ve Go (2007)'nün yaptığı çalışmada da farklı yaş grubundaki öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarını karıştırdıkları, ısının bir maddeye ait özellik olması gibi yanılığları oldukları belirlenmiştir.

Yine öğretmen adaylarının yarısından fazlası 40 °C sıcaklığın 20 °C sıcaklığın iki katı olduğunu belirttikleri bulunmuştur. Bu durum öğretmen adaylarının çoğunluğunun sıcaklık ölçümleri arasında oranlama işlemi yapılmadığını bilmediklerini göstermektedir. Yine öğretmen adaylarının yarısından fazlası ısıyı maddedeki moleküllerin toplam kinetik enerjileri olarak tanımlamışlardır. Fakat öğretmen adaylarının yarısından azının ise ısının maddedeki moleküllerin toplam kinetik enerjilerinin olmadığını ve cevaplarında kararsız kaldıkları görölmüştür. Dolayısıyla öğretmen adaylarının az bir kısmının ısının maddedeki moleküllerin toplam kinetik enerjileri olup olmaması noktasında yanılığya düştükleri belirlenmiştir. Gönen ve Akgün (2005b)'ün çalışmasında ise öğretmen adaylarının bir kısmının sıcaklığın maddenin toplam kinetik enerjisi olduğunu, ısının ise maddeyi oluşturan parçaların potansiyel enerjisi olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Yine Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek (2003)'in yaptıkları çalışmada ise öğrencilerin büyük çoğunluğunun ısıyı potansiyel enerji olarak tanımladıkları bulunmuştur.

Öğretmen adaylarının yarısından azının enerji veren maddenin ısısının arttığını, yarısından fazlasının ise artmadığını belirttikleri bulunmuştur. Yine öğretmen adaylarının yarısından fazlasının ısıyı sıcaklıkla ters orantılı olarak nitelendirmediği, dörtte birinin ısıyı sıcaklıkla ters orantılı olarak nitelendirdiği saptanmıştır. Dolayısıyla öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramlarının soyut olduklarından dolayı karıştırdıkları ve bundan dolayı ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanılığı yaşadıkları söylenebilir. Carfi (2014)'in ve Aydın (2007)'in yaptıkları çalışmalarda da öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarını karıştırdıkları tespit edilmiştir.

Açık uçlu sorulardan elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının genelinin ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanılığlarına sahip oldukları saptanmıştır. Öğretmen adaylarının bir bardak sıcak suyu soğutma temasına verdikleri cevapların içerik analizinde aslında nesnelere arası ısı alışverişinden kaynaklı soğutma işlemi yapılabileceğini açıkladıkları görölmüştür. Yine öğretmen adaylarının iki cisim arasında ısı alışverişi temasına ilişkin cevapların içerik analizinde elde edilen sonuçlar, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun iki cisim arasında ısı alışverişi gerçekleşeceği konusunda hem fikir oldukları görölmeye rağmen, iki cisim arasında sıcaklık alışverişi gerçekleştiğini niteleyen kod sayısı ise önemsenmeyecek kadar az bulunmuştur. Öğretmen adaylarının madde ısısının varlığı temasına ilişkin cevapların

içerik analizi sonuçlarına bakıldığında en fazla kod ile maddenin ısısının olduğunu ilişkilendirdikleri bulunmuştur. Karakuyu (2006)'nın yaptığı bir çalışmada da öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarını anlamada zorluk çektikleri, ısı ve sıcaklık değişimlerini karıştırdıkları, sıcaklıkları farklı cisimler arasında ısı alışverişinin gerçekleştiği konularında yanılığa sahip olduklarının belirlendiği görülmektedir. Uzoğlu ve Gürbüz (2013)'ün fen ve teknoloji öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada da öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusunda birçok kavram yanılığısına sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklıkla ilgili eksik ve yanlış tanımlamalar ve ifadeler kullanmaları öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanılığısına sahip olduklarını göstermektedir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanılıklarının giderilmesi için aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

- Öğretmen adayları arasında konuyla ilgili bir tartışma ortamı yaratılarak öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanılıkları ile yüzleşmeleri sağlanabilir.
- Isı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılıklarının giderilmesi amacıyla öğretmen adaylarının yaşantılarında kalıcı izli değişiklikler sağlayacak uygulamalı etkinlikler düzenlenebilir.
- Kavram yanılıklarını gidermeye yönelik laboratuvar, model, simülasyon etkinlikleri gerçekleştirilebilir.

Kaynakça

- Aydın, Z. (2007). *Isı ve sıcaklık konusunda rastlanan kavram yanılıkları ve bu kavram yanılıklarının giderilmesinde kavram haritalarının kullanılması* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Aydoğan, S., Güneş, B., & Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanılıkları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Aydoğan, Ş., & Köksal, E. A. (2017). İlköğretim fen eğitiminde kavram yanılıkları konusunda yapılan çalışmaların içerik analizi. *Journal of Theory and Practice in Education*, 13(2), 232-260.
- Başer, M., & Çataloğlu, M. (2005). Kavram değişimi yöntemine dayalı öğretimin öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki yanlış kavramlarının giderilmesindeki etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 43-52.
- Bayram, A. (2010). *Probleme dayalı öğrenme yönteminin ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersi ısı ve sıcaklık konusunda sahip oldukları kavram yanılıklarını gidermede etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Bodner, G., Klobuchar, M., & Geelan, D. (2001). The many forms of constructivism. *Journal of Chemical Education*, 78(8), 1107-1134.
- Buluş-Kırıkkaya, E., & Güllü, D. (2008). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin ısı-sıcaklık ve buharlaşma-kaynama konularındaki kavram yanılıkları. *İlköğretim Online*, 7(1), 15-27.
- Carfi, G. (2014). *Afyonkarahisar il merkezindeki 12. sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılıkları* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.

- Çiltaş, A., Güler, G., & Sözbilir, M. (2012). Türkiye’de matematik eğitimi araştırmaları: Bir içerik analizi çalışması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(1), 565-580.
- Demirel, Ö. (2005). *Eğitim sözlüğü* (3. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Eryılmaz, A., & Sürmeli, E. (2002, Eylül). *Üç aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanlışlarının ölçülmesi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (Bildiri), Ankara.
- Gönen, S., & Akgün, A. (2005a). Bilgi eksiklikleri ve kavram yanlışlarının tespiti ve giderilmesinde, çalışma yapıkları ve sınıf içi tartışma yönteminin uygulanabilirliği üzerine bir araştırma. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(13), 99-111.
- Gönen, S., & Akgün, A. (2005b). Isı ve sıcaklık kavramları arasındaki ilişki ile ilgili olarak geliştirilen çalışma yaprağının uygulanabilirliğinin incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(11), 92-106.
- Gülbaş, E., & Gürçay, D. (2013, Eylül). *Fizik öğretmen adaylarının ısı, sıcaklık ve iç enerji ile ilgili anlama düzeylerinin ve kavram yanlışlarının belirlenmesi* (Bildiri), I. Ulusal Fizik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Güneş, T., Dilek, N. Ş., Demir, E. S., Hoplan, M., & Çelikoğlu, M. (2010, Kasım). *Öğretmenlerin kavram öğretimi, kavram yanlışlarını saptama ve giderme çalışmaları üzerine nitel bir araştırma*. In International Conference on New Trends in Education and Their Implications, Samsun, Türkiye.
- Güven, İ. (2014). *Türk eğitim tarihi*. Ankara: Pegem Akademi.
- İlbi, Ö. (2006). *Ausubel’in sunuş yöntemi ile bilgisayar destekli öğretim yöntemlerinin kimya ünitelerindeki kavram yanlışlarının önlenmesi açısından karşılaştırılması* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Jara-Guerrero, S. (1993). *Misconceptions on heat and temperature*. In The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, August 1- 4. Ithaca: Misconceptions Trust.
- Kaptan, F., & Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 185-192.
- Karademir, E., Sarıkahya, E., & Altunsoy, K. (2017). Fen bilimleri öğretmenlerinin beceri kavramına yönelik algıları: bir olgubilim çalışması. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(1), 53-71.
- Karakuyu, Y. (2006). *Lise ve dengi okul öğrencilerinin ısı ve sıcaklık öğreniminde karşılaştığı kavram yanlışları* (Yayınlanmamış doktora tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kaya, G., & Koçak-Usluel, Y. (2011). Öğrenme-öğretme süreçlerinde BİT entegrasyonunu etkileyen faktörlere yönelik içerik analizi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 48-67.
- Köseoğlu, F., & Kavak, N. (2001). Fen öğretiminde yapılandırıcı yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 139-148.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded source book* (2nd Ed.). CA: SAGE Publications.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. Ankara. <http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937->

[FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf](#) adresinden 29.09.2018 tarihinde alınmıştır.

- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(1), 100-111.
- Özmen, H. (2014). *Öğrenme kuramları ve fen bilimleri öğretimindeki uygulamaları*. Çepni, S. (Ed.), Fen ve Teknoloji Öğretimi içinde (s. 52-119). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Paik, S., Cho, B., & Go, Y. (2007). Korean 4- to 11-year-old student conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 284-302. Doi: 10.1002/tea.20174
- Sarı-Ay, Ö., & Aydoğdu, C. (2015). Maddenin halleri ve ısı konusunda kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(2), 99-111.
- Schmidt, H. J. (1997). Students' misconceptions-looking for a pattern. *Science Education*, 81, 123-135.
- Şenocak, E., Dilber, R., Sözbilir, M., & Taşkesengil, Y. (2003). İlköğretim öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konularını kavrama düzeyleri üzerine bir araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 199-210.
- Tamkavas, Ç. H., Kiray, S. A., Koçak, A., & Koçak, N. (2016). 2005–2015 yılları arasında Türkiye’de ısı ve sıcaklık hakkındaki kavram yanlışlarıyla ilgili yapılan çalışmalar: Bir içerik analizi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(2), 426-446.
- Turan, M., & Koç, I. (2018). Sekizinci sınıf öğrencilerinin genetik kavramlarına ilişkin kavramsal anlamaları ve kavram yanlışları. *Başkent University Journal of Education*, 5(2), 107-121.
- Uysal-Bilgin, E. (2010). *11. ve 12. sınıf öğrencilerinin "kimyasal tepkimelerde hız" ünitesindeki kavram yanlışlarının belirlenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Uzoğlu, M., & Gürbüz, F. (2013). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesinde öğrenme amaçlı mektup yazma aktivitesinin kullanılması. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(4), 501-517.
- Yağbasan, R., & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 102-120.
- Yavuz, S., & Büyükekşi, C. (2011). Kavram karikatürlerinin ısı-sıcaklık kavramlarının öğretiminde kullanılması. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1(2), 25-30.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.