



A STUDY FOR THE DETERMINATION OF HIGH SCHOOL STUDENTS' LEVEL OF UNDERSTANDING THE CONCEPTS OF HEAT AND TEMPERATURE

Murat Aydın^{*1}

¹Adıyaman Üniversitesi, 02100, Adıyaman, Türkiye

*maydin@adiyaman.edu.tr

Learning at a conceptual level is very important in science education. The studies conducted show that the concepts of heat and temperature are perceived as abstract and difficult to understand by students. The aim of this study is to determine 10th grade high school students' level of understanding the heat and temperature concepts, misconception they have and lack of knowledge. The research was conducted with 57 volunteer students studying in the second term of 2015-2016 school year in a high school located in Adıyaman city center. A survey including 5 open-ended questions was used in order to determine the students' level of understanding on this topic, misconception and lack of knowledge. The findings obtained in the study has shown that high school students have misconceptions and lack of knowledge such as constructing the heat and temperature concepts in their minds in a different way, using heat and temperature concepts interchangeably in their daily life and knowing that an object at 0 0C has no temperature and heat. The results obtained in the study coincide with those conducted on this subject before.

Key words: Misconception, high school students, heat and temperature, science education.

LİSE ÖĞRENCİLERİNİN ISI VE SICAKLIK KAVRAMLARINI ANLAMA DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA

Fen eğitiminde kavramsal düzeyde öğrenmenin gerçekleşmesi oldukça önemlidir. Yapılan çalışmalar, ısı ve sıcaklık kavramlarının öğrenciler tarafından soyut ve anlaşılması zor bir kavram olarak algılanmakta olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın amacı, lise 10. sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık kavramları anlama düzeylerini, sahip oldukları kavram yanlışlarını ve bilgi eksikliklerini belirlemektir. Araştırma, 2015-2016 öğretim yılı II. döneminde Adıyaman İl Merkezindeki bir lisede okumakta olan gönüllü 57 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin bu konudaki anlama seviyelerini, kavram yanlışlarını ve bilgi eksikliklerini belirlemek amacıyla 5 açık-uçlu sorudan oluşan bir test kullanıldı. Araştırmada elde edilen bulgular, lise öğrencilerinin ısı ve sıcaklık kavramlarını zihinlerinde farklı bir biçimde yapılandırdıklarını, günlük hayatta ısı ile sıcaklık kavramalarını birbiri yerine kullandıklarını, 0 0C deki cismin sıcaklığının ve ısının olmadığı gibi yanlışlara ve bilgi eksikliklerine sahip olduklarını göstermiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar, bu konuda daha önce yapılmış olan çalışmalarda tespit edilen kavram yanlışları ve bilgi eksiklikleri ile uyusmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kavram yanlışlığı, Lise öğrencileri, Isı ve sıcaklık, Fen eğitimi.

1. Giriş

Bireylerin, yaşadıkları doğayı tanımaları ve doğada meydana gelen olayları bilimsel dil ile açıklayabilmeleri için fen kavramlarını bilimsel anlamlarıyla öğrenmiş olmaları gerekir. Yaşamın tüm alanlarında gerekli olan fen kültürünün bireylere kazandırılabilmesi, fen derslerinde sağlanacak olan kavram öğretiminin yeterliliği ile ilgilidir[1]. Kavram Türk Dil Kurumu sözlüğünde, nesnelere veya olayların ortak özelliklerini kapsayan ve ortak isim altında toplayan genel tasarımı biçiminde tanımlanmaktadır. Kavramlar, bireylerin öğrendikleri bilgileri sınıflandırmalarını ve organize etmelerini sağlar[2]. Fen bilimleri içerisinde yer alan fizik eğitiminde de kavramsal düzeyde öğrenmenin gerçekleşmesi oldukça önemlidir. Kavram öğretimde sıklıkla karşılaşılan sorunlardan biri olan kavram yanlışlığı, fen öğretiminde öğrenci ve öğretmenler için sıkıntı verici bir durumdur. Kavram yanlışlığı, bir kavramın bilimsel anlamıyla bireylerin kendi zihinlerinde oluşturduğu anlamın uyumsuzluğu şeklinde ifade edilebilir. Bireylerin yaşadıkları dünyayı anlamak ve olayları açıklamak amacıyla deneyimleri sonucu edindikleri bilimsel olarak yanlış bilgileri kavram yanlışlığı olarak tanımlarlar[3].

Son yıllarda yapılan çalışmalarda da belirtildiği gibi, kavram yanlışlığı, öğrencilerin fiziği öğrenmeleri üzerinde engeller oluşturmaktadır. Öğrencilerin kavramları doğru anlama ve doğru değerlendirebilmelerinin önündeki engellerden biri de farklı iki kavram aynıymış gibi algılamalarıdır[4]. Bu duruma en iyi örneklerden birisi araştırma konusu olarak seçilen ısı ve sıcaklık kavramlarıdır. Isı ve sıcaklık kavramları doğrudan gözlenemeyen soyut kavramlar olup, çevresel ortamda yaşayan

organizmayla ilişkilidirler[5]. Yapılan araştırmalarda ısı ve sıcaklık kavramlarının değişik seviyedeki öğrenciler (ilkokuldan üniversiteye kadar) tarafından soyut ve anlaşılması zor kavramlar olarak algılanmakta olduğunu göstermektedir[5-8].

Öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının okul öğretiminden, okul dışı öğretimden, günlük deneyimlerden, sosyal çevreden ve eğitim-öğretim faaliyetlerinden kaynaklanabileceğini ileri sürmüştür. Isı ve sıcaklık kavramları ile ilgili yanlışların nedeni, günlük yaşamda sıcak ve soğuk kavramlarının gündelik dilde aynı kavramlarmış gibi kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Gündelik dil böylesi soyut kavramları anlamada ve anlatmada zorluk meydana getirebilmektedir[9]. Termodinamiğin temelini oluşturan ısı ve sıcaklık konusu, öğrencilerin önceden almış oldukları ön bilgilerden ve alternatif kavramlardan dolayı anlaşılması ve öğrenilmesi zor olmuştur. Yapılan çalışmalar kavram yanlışlarının, öğrencilerin fiziğin temel kavramlarını öğrenmeleri üzerinde engeller oluşturduğunu göstermektedir[10]. Öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını belirlemede ve gidermek için çözümler geliştirmede öğretmenlere önemli görevler düşmektedir. Yapılan araştırmalar, birçok kavram yanlışısının konu anlatıldıktan sonra bile giderilemediğini göstermektedir[11]. Öğrenciler derste doğrusunu öğrenmiş görünseler bile, yine kendi kavramlarını zihinlerinde tutmaktadırlar.

Kavram öğretiminde, öğrencilerin kavram yanlışına düşmemeleri için, öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının bilinmesi ve yeni öğretilecek kavramlarla tutarlılığın sağlanması ihtiyaç vardır[12]. Kavram yanlışları, öğrencilerin kavramsal gelişim sürecini olumsuz yönde etkilediğinden ötürü öğrencilerin fen konuları ile ilgili kavram yanlışlarının tespit edilerek giderilmesi gerekmektedir[13]. Öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının giderilmesi için yapılması gereken ilk aşama, var olan yanlışların saptanmasıdır[14]. Öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının belirlenmesi için alternatif metotlar kullanılabilir. Bu çalışmada, öğrencilerin kendi düşüncelerini yazılı ifade etmeleri ve üst düzey bilişsel sistemlerini kullanmalarını sağlayan açık uçlu test kullanılmıştır. Lise 10. sınıf öğrencilerine ısı ve sıcaklık kavramları daha etkin ve kalıcı olarak öğretilmesi için, bu konudaki yanlışlarının belirlenmesi önemlidir. Bu çalışmada, lise 10. sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık kavramlarını anlama düzeylerini, sahip oldukları kavram yanlışlarını ve bilgi eksikliklerini belirlemek amaçlanmıştır.

2. Yöntem

Araştırmanın çalışma grubunu, Adıyaman il merkezindeki bir devlet okulunda 2015-2016 Eğitim-Öğretim Yılı II. döneminde öğrenim gören gönüllü 57 lise 10. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmada veri toplama aracı olarak ısı ve sıcaklık konusunda öğrencilerin bilgi eksikliklerini ve kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla literatürden ve uzman görüşlerinden yararlanarak araştırmacı tarafından hazırlanan 5 açık-uçlu sorudan oluşan aşağıdaki test kullanılmıştır.

1. Sıcaklık kavramını açıklayınız.
2. Isı kavramını açıklayınız.
3. Sıcak ortamdan soğuk bir ortama ısı akışı mı yoksa sıcaklık akışı mı olur? İzah ediniz.
4. 0 0C deki bir cismin sıcaklığı ve ısısı hakkında ne söyleyebilirsiniz? Açıklayınız.
5. Sizce ısı ve sıcaklık arasında bir fark var mıdır? İzah ediniz.

Hazırlanan sorular öğrencilere dağıtılarak cevaplamaları istendi. Öğrencilerin her bir soruya verdikleri cevaplar nitel olarak analiz edildi. Analiz sonuçları doğrultusunda, öğrenciler tarafından ifade edilen yanlışlar ve bilgi eksiklikleri sınıflandırılarak, frekans ve yüzde değerleri hesaplandı ve tabloya işlendi. Tablodaki veriler değerlendirilerek yorumlanmaya çalışıldı.

3. Bulgular

Lise 10 sınıf öğrencilerinin yöntem bölümünde yer alan açık-uçlu sorulara verdikleri yanıtlar incelenip değerlendirildiğinde, öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusu ile ilgili olarak önemli yanlışlara sahip oldukları görülmüştür. Öğrencilerde tespit edilen kavram yanlışları ve bilgi eksiklikleri Tablo 1’ de özetlenmiştir.

Tablo 1. Lise Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık İle İlgili Yanlışları ve Bilgi Eksiklikleri

Soru No	Yanıt Tipleri	f	%
1	Sıcaklık bir çeşit ısıdır.	19	33
	Sıcaklık bir cismin sahip olduğu potansiyel enerjidir.	29	51
	Bir cismin sahip olduğu enerjidir.		
	Sıcaklık bir ortamdaki ısıya denir.		
	Sıcaklık bir cismin dışarıya verdiği ısıdır.		
	Sıcaklık ısının cisimdeki etkisidir.		
	Sıcaklık maddenin kendi tanecikleri arasındaki titreşim halidir.		
Sıcaklık bir cismin içindeki ısı değeridir.	45	79	
Isı maddenin toplam sıcaklığıdır.			
Isı yüksek sıcaklıktır.			
Isı bir maddeye dokunduğundaki sıcaklık veya soğukluktur.			
Isı bir cismin sahip olduğu kinetik enerjidir.			
Isı atomlardaki titreşim enerjisidir.			
Isı vücudumuzda hissettiğimiz şeydir.			
Isı cisimlerin bünyesinde bulunan potansiyel enerjidir.			
Isının birimi Kelvin’dir.	9	16	
Sıcak bir ortamdan soğuk bir ortama doğru sıcaklık akışı olur.			
Soğuk ortamdan sıcak ortama doğru soğukluk gelir.			
Soğuktan sıcağa doğru serinlik gelir.	43	75	
0 ⁰ C de cismin sıcaklığı olmaz.			
0 ⁰ C de cismin ısısı yoktur.			
0 ⁰ C de cismin sıcaklığı yok, ama ısısı vardır.			
0 ⁰ C de cismin sıcaklığı da ısısı da yoktur.	Isı ve sıcaklık aynı şey sayılır.		

N=57 öğrenci

Sıcaklık, bir cisimde rastgele hareket eden taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin bir ölçütü olmasına rağmen uygulamaya katılan lise öğrencilerinin %84' nün sıcaklığı enerji kavramıyla özdeşleştirdikleri Tablo 1' de görülmektedir. Öğrenciler sıcaklığı, bir cismin sahip olduğu potansiyel enerji, bir ortamdaki ısı, bir cismin dışarıya verdiği ısı, ısının cisimdeki etkisi, maddenin kendi tanecikleri arasındaki titreşim hali, bir cismin içindeki ısı değeri şeklinde açıklamaya çalışmışlardır. Isı, sıcaklık farkından dolayı bir maddeden başka bir maddeye veya aynı maddelerin bölgeleri arasındaki sıcaklık farkından ötürü aktarılan enerjidir[15]. Fakat uygulamaya katılan öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun ısıyı, bir maddenin toplam sıcaklığı, bir maddeye dokunulduğundaki sıcaklık veya soğukluk, bir cismin sahip olduğu kinetik enerji, atomlardaki titreşim enerjisi, vücudumuzda hissettiğimiz şey, cisimlerin bünyesinde bulunan potansiyel enerji biçiminde tanımlamaya çalıştıkları tespit edildi. Bir kısım öğrencinin (N= 8 öğrenci, %14) ise ısının sıcaklık birimiyle bağlantılı olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Bu öğrenciler ısının biriminin Kelvin olduğunu ifade etmişlerdir. Sıcak bir ortamdan soğuk bir ortama doğru sıcaklık akışının olduğunu ifade eden öğrencilerin yüzdesi ise %16 olarak bulundu. 00 C deki cisimlerin hem sıcaklığı hem de ısı olduğu halde öğrencilerin %75'i, 00 C deki cisimlerin ısısının olup sıcaklığının olmadığını, sıcaklıkları var ama ısılarının olmadığını, hem sıcaklıklarının hem de ısılarının olmadığını ifade ettikleri görüldü. Isı ve sıcaklık arasındaki farkın olup olmadığına dair soruya verilen yanıtlar incelendiğinde, araştırmaya katılan öğrencilerin %58'inin ısı ve sıcaklık kavramlarını aynı şeylermiş gibi algıladıkları tespit edildi.

4. Sonuç

Bireyler küçük yaşlardan itibaren ısı ve sıcaklık kavramları ile ilgili konularda, çevrenin de etkisiyle, birçok ön kavrama sahip olurlar. Isı ve sıcaklıkla ilgili bu ön kavramların çoğu genellikle yanlıştır. Bu kavramlar soyut kavramlar olduklarından dolayı öğrencilerin bu kavramları öğrenmeleri eğitimin her aşamasında zor olmuştur.

Benzer olarak bu araştırmada da öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplardan ısı ve sıcaklık konusunda çok fazla yanlışlara ve bilgi eksikliklerine sahip oldukları Tablo 1' de görülmektedir. Öğrenciler özellikle ısı ve sıcaklık kavramlarını birbirine karıştırmakta ve birbiri yerine kullanmaktadırlar. Birçok öğrenci (48 öğrenci) sıcaklığın bir enerji ya da ısı olduğu kavram yanlışlığına sahiptir. Sınıf öğretmeni adayları üzerinde yapmış oldukları araştırmada öğretmen adaylarının sıcaklık ve ısıyı aynı anlamda kullandıklarını tespit etmişlerdir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları ile ilgili yanlışlarını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının %44'ünün sıcaklığı enerji kavramıyla özdeşleştirdikleri belirlenmiştir[16]. Afyonkarahisar il merkezindeki 12. sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik yapmış olduğu çalışmada, öğrencilerin %52'sinin sıcaklık kavramı ile ilgili yanlışlığına sahip olduklarını saptamıştır. Bu sonuçlar bizim çalışmanın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir[17].

Isı kavramı ile ilgili verilen yanıtlardan 10. sınıf lise öğrencilerinin %79'unun bilimsel olmayan ifadeler kullandıkları görüldü (Tablo 1). Öğrencilerin, ısıyı "bir cismin sahip olduğu kinetik ve potansiyel enerji" şeklinde açıklamaya çalışmaları iç enerji ve ısı kavramını birbirine kullandıklarını göstermesi bakımından önemlidir. Yine öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarını günlük hayattaki gibi birbirine yerine kullandıkları belirlendi. Gündelik dilde kullanılan kavramlara yüklenen anlamlarda kültür ve dil oldukça etkilidir. Bu nedenle, gündelik dil ısı ve sıcaklık gibi soyut kavramları anlamada zorluk meydana getirebilir. 6-13 yaşlarındaki çocukların ısı ve sıcaklık kavramlarını biri yerine kullandıklarını ve bu iki kavramı aynı şeylermiş gibi algıladıklarını saptamıştır. Lise ve üniversite öğrencilerinin ısı ve sıcaklık kavramlarını belirlemeye yönelik yapılan bir başka çalışmada da hem lise öğrencilerinin hem de üniversite öğrencilerinin ısı ve sıcaklığı aynı şeylermiş gibi ifade ettikleri saptanmıştır. Meslek yüksekokulu makine programı öğrencilerinin ısı ve sıcaklık ile ilgili kavram yanlışlarını ve bilgi eksikliklerini belirlemeye yönelik yapılan çalışma da ısı ile ilgili benzer yanlışlar tespit edilmiştir[18].

Sıcak bir ortamdan soğuk bir ortama doğru sıcaklık akışının olduğunu ifade eden öğrenci yanıtlarının bulunması, öğrencilerin bazılarının "ısı akışı" ve "ısı alış verişi" olaylarını bilimsel anlamda bilmediklerini gösterir. Sınıf öğretmeni adayları üzerinde yapmış oldukları bir çalışmada öğretmen adaylarının çoğunluğunun sıcak maddeden soğuk maddeye doğru ısı akışının olduğunu bilmediklerini tespit etmişlerdir. Bu bulgu, bizim çalışmamızda elde ettiğimiz bulgu ile paralellik göstermektedir. Benzer sonuç, okul öncesi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal bilgilerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada da tespit edilmiştir[19].

Öğrencilerin %75'in "0 0C deki cismin sıcaklığı ve ısısı olmaz" yanıtına düştükleri görüldü (Tablo 1). Öğrencilerde bu yanlışın olmasının nedeni, termometredeki derecelendirme sistemi ile matematikte kullanılan sıfır rakamını eşdeğer olarak algılamalarıdır. Dolayısıyla matematikte sıfır sayısı çarpımda yutan eleman olduğu için sıcaklığın 0 0C olması ısısında sıfır olması gerektiği şeklinde bir yanlış oluşmuş. Ayrıca, bu bulgu bize lise öğrencilerinin sıcaklık ölçümünde farklı türden derecelendirilen termometrelerinde kullanılabileceğini bilemediklerini gösterir. ilköğretim 5. Sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik yapmış oldukları çalışmada, öğrencilerin, "soğuk maddelerin ısıya sahip olmadıkları" şeklinde düşünceye sahip olduklarını tespit edilmişlerdir. Bu sonuç bizim elde ettiğimiz sonuç ile uyumaktadır[19].

Araştırmada elde edilen sonuçlardan, lise 10. sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık kavramları ile ilgili birçok yanlışla sahip oldukları ifade edilebilir. Öğrencilerde, ısı ve sıcaklık kavramları ile ilgili bilimsel olmayan bilgilerin giderilmesi için yerinde ve zamanında müdahale edilmediği takdirde değiştirmeye karşı direnç göstermeye başlayacaktır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlardan, ısı ve sıcaklık kavramları ile ilgili ortaöğretim öğrencilerinde var olan yanlışları ve bilgi eksikliklerini tespit etmedeki amaca hizmet ettiği ve faydalı olduğu söylenebilir. Ancak çalışmanın örnekleminin geniş olmamasından dolayı elde edilen sonuçlar ve yorumlar bu çalışmanın örnekleminde elde edilen bulgularla sınırlıdır. Bu nedenle, ısı ve sıcaklık kavramları ile ilgili daha büyük örnekleme gerçekleştirilen çalışmalar yapılmasının yararlı olacağı önerilebilir.

Kaynakça

- [1] Akgün, A., Gönen, S., Yılmaz, A. (2005). Fen bilgisi öğretmen adaylarının karışımların yapısı ve iletkenliği konusundaki kavram yanılgıları. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi., 28, 1-8.
- [2] Aydın, M., Aygün, H.A. (2016). Makine programı öğrencilerinin ısı ve sıcaklık kavramları ile ilgili yanılgılarının belirlenmesine yönelik bir araştırma. VIII. International Congress of Educational Research, Çanakkale, Türkiye.
- [3] Aydoğan, S., Güneş, B., ve Gülçiçek, Ç., (2003), Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanılgıları. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23(2), 111 – 124.
- [4] Carfi, G. (2014). Afyonkarahisar il merkezindeki 12. sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılgıları. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- [5] Demirci, M. ve Sarıkaya, M. (2004). Sınıf öğretmeni adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılgıları ve yanılgıların giderilmesinde yapısalcı kuramın etkisi. XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı. Malatya: Türkiye (6-9 Temmuz 2004).
- [6] Demirci, N., Efe, S., 2007. İlköğretim Öğrencilerinin Ses Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 1(1), 23-56.
- [7] Driver, R. (1985). Children's Ideas in Science. Milton Keynes, England: Open University Press.
- [8] Erickson, G. L. (1979). Children's Conceptions of Heat and Temperature. Science Education, 63, 221-230.
- [9] Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E. (2002). Üç-Aşamalı Sorularla Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konularındaki Kavram Yanılgılarının Ölçülmesi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. Ankara: Türkiye (16-18 Eylül 2002).
- [10] Gönen, S. ve Akgün, A. (2005). Isı ve sıcaklık kavramları arasındaki ilişki ile ilgili olarak geliştirilen çalışma yaprağının uygulanabilirliğinin incelenmesi. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 3(11), 92-106.
- [11] Kalem, R., Çallica, H., (2001). Orta-2, Lise- 1 ve Üniversite- 1. Sınıf Öğrencilerinin -Isı ve Sıcaklık- Konusu ile İlgili Kavram Yanılgılarının İncelenmesi. Yeni Bin Yılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. Maltepe Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- [12] Kaptan, F., Korkmaz, H. (2001). Hizmet öncesi sınıf öğretmenlerinin fen eğitiminde ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanılgıları. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, , 21, 59-65.
- [13] Karakuyu, Y., Uzunkavak, M., Tortop, H., Bezir, N. ve Özek, N. (2008). Sandıklı çevresi lise ve dengi okul öğrencilerinin ısı ve sıcaklık ile ilgili kavram yanılgılarının belirlenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8(1), 149-162.
- [14] Kırıkkaya, E.B. ve Güllü, D. (2008). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin ısı-sıcaklık ve buharlaşma kaynama konularındaki kavram yanılgıları. İlköğretim Online, 7(1), 15-27.

- [15] Koray, Ö., Tatar, N. (2003). İlköğretim öğrencilerinin kütle ve ağırlık ile ilgili kavram yanılgıları ve bu yanılgıların 6.,7. ve 8. sınıf düzeylerine göre dağılımı. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1(13), 187-198.
- [16] Türkoğuz, S., Yankayış, K. (2015). Isı ve sıcaklık hakkındaki kavram yanılgılarının günlük yaşama etkileri üzerine öğretmen görüşleri. Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, X(II), 498-515.
- [17] Uzoğlu, M., ve Gürbüz, F. (2013). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılgılarının belirlenmesinde öğrenme amaçlı mektup yazma aktivitesinin kullanılması. International Journal of Social Science, 6 (4), 501-517.
- [18] Ültay, E., Can, M. (2015). Okul öncesi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal bilgilerinin belirlenmesi. Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi, I, 1-23.
- [19] Yumuşak, A. (2008). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ısı-sıcaklık, mekanik ve elektrik konularındaki kavram yanılgıları ve nedenlerinin araştırılması. Milli Eğitim Dergisi, 180, 123-132.