

Fifth Grade Students' Misconceptions about Heat - Temperature and Evaporation – Boiling

Esma BULUŞ KIRIKKAYA¹

Doğan GÜLLÜ²

ABSTRACT: The purpose of this study is to identify the misconceptions of the fifth grade primary education students about heat - temperature and evaporation - boiling. For this research both quantitative and qualitative methods were used. In order to carry out this research, a conceptual test containing multiple choice and open ended questions was distributed to 300 fifth grade students in 10 randomly selected elementary schools in Kocaeli. In addition, semi-structured interview was done with 60 students. The results of this study revealed that the students in primary level have some misconceptions about the basic concepts of heat - temperature and boiling - evaporation.

Key words: Misconceptions, heat, temperature, evaporation, boiling

SUMMARY

Purpose and significance: As a result of the major changes in the primary school education programs in 2004, science program was reconstructed by the name of Science and Technology Program which was included some renewals about controlling the learning progress and conception learning. After such big changes, it was believed that the renewal of studies in respect of misconceptions as well as other areas were needed, and also the results needed to be discussed. With this purpose in mind, the misconceptions 5th grade primary school students had about heat-temperature and boiling-evaporation were investigated.

Methods: Quantitative and qualitative methods were used in order to carry out this research. For this purpose; firstly objectives were determined about subjects of heat, temperature and boiling, evaporation being located in forth and fifth grade Science and Technology Program. A conceptual test on heat-temperature and evaporation-boiling was developed for first data, contained 13 choosen and 5 open-ended questions. Reliability of the test was found as 0,88 by using Sperman Brown Formula. he participants of the study were 300 randomly selected grade 5 students from 10 elementary schools in Kocaeli. Semi-structured interviews were carried out with 60 students from the same schools. Both of the methods, the applying test and the semi-structured interview, were conducted by the same researchers.

Results: The results of the study showed that approximately half of the students think that heat is measured with a thermometer and two out of three students think that temperature is a type of energy. More than half of the students think that water doesn't evaporate in every temperature while two out of three of the students think that water is required to be boiled in order for evaporation.

Discussion and Conclusion: As a result, it was determined that most of the students had misconceptions about heat, temperature, evaporation and boiling. According to the results it is thought that the concepts of heat, temperature, evaporation and boiling are difficult to be perceived correctly by primary school students. It may not be enough to only have small warnings of these misconceptions in the course books prepared for science teachers. Specific activities which clearly reveal or obstruct these misconceptions should be suggested.

¹ Yrd.Doç.Dr. Kocaeli Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü. Bulus@kou.edu.tr

² Yrd.Doç.Dr. Kocaeli Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü dogangullu@kou.edu.tr

İlköğretim Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Isı - Sıcaklık ve Buharlaştırma - Kaynama Konularındaki Kavram Yanılgıları

Esmâ BULUŞ KIRIKKAYA³

Doğân GÜLLÜ⁴

ÖZ. Öğrenciler, fen alanındaki kavramlarla, formal olarak ilk kez ilköğretimin birinci kademesinde karşılaştıklarından bu kademedeki kavram öğretimi oldukça önemlidir. Bu çalışma ilköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin ısı - sıcaklık ve buharlaştırma - kaynama, ile ilgili kavram yanılgılarını belirlemek amacı ile nitel ve nicel yöntemler birlikte kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla çalışmada Kocaeli ilinde rastgele yöntemle seçilmiş 10 ilköğretim okulunda beşinci sınıfta öğrenim gören 300 öğrenciye çoktan seçmeli ve açık uçlu sorulardan oluşan bir test hazırlanarak uygulanmış, 60 öğrenciyle de yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilerek nitel ve nicel araştırma yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, ilköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin ısı - sıcaklık ve buharlaştırma - kaynama konuları ile ilgili olarak birçok kavram yanılgısına sahip oldukları belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: kavram yanılgısı, ısı, sıcaklık, buharlaştırma, kaynama

GİRİŞ

Fen eğitiminde önemli görülen konulardan birisi kavram öğretimidir. Kavram öğretiminin başarısı kavramların doğru ve yerinde kullanılması başka kavramlarla karıştırılmamasıyla ölçülebilir. Bu güne değin bir çok bilim insanı, çeşitli kademelerdeki öğrencilerde fen kavramlarıyla ilgili oluşmuş birçok yanılgı tespit etmiştir. Öğrenciler, fen alanındaki kavramlarla, formal olarak ilk kez ilköğretimin birinci kademesinde karşılaştıklarından bu kademedeki kavram öğretimi oldukça önemlidir. 2004 yılında ilköğretim programlarında yapılan köklü değişiklikler sonucu fen programı Fen ve Teknoloji Programı adını alarak, öğrenme sürecini kontrol etme ve kavram öğretimi gibi önemli konularda oldukça büyük değişiklikler göstermiştir. Fen ve Teknoloji Programında sadece fen kavramlarının genişletilmesi değil köklü şekilde yeniden düzenlenmesi amaçlanmıştır (MEB, 2005). Böylesine büyük program değişikliklerinden sonra birçok konuda olduğu gibi kavram yanılgıları konusunda da çalışmaların yinelenmesi ve sonuçlarının tartışılması gerekli hale gelmiştir.

Kavramlar; herhangi bir nesneden söz edildiğinde, onunla ilgili olarak insan zihninde oluşan ilk çağrışımlardır (Çepni, 2005). Bununla birlikte literatürde birçok kavram tanımı bulunur. Sınırlı sayıda gözlem bile yapılmış olsa, gözlemlerden tümevarım yoluyla genellemelere gidilir ve genellemelerin her birine ortak bir ad verilir, bunlar kavramlardır. Daha belirgin bir ifadeyle; benzer özelliklere sahip olay, fikir ve objeler grubuna verilen ortak isme kavram denir (Kaptan, 1998). Kavramlar somut eşya, olaylar veya varlıklar değil; onları belirli gruplar altında topladığımızda ulaştığımız soyut düşünce birimleridir. Kavramlar gerçek dünyada değil, düşüncelerimizde vardır. Gerçek dünyada ancak örnekleri bulunabilir (Ayas vd.,1997).

Hayatın her safhasında gerekli olan fen kültürünün, öğrencilere sağlıklı bir şekilde aşılanabilmesi, fen derslerinde sağlanacak kavram öğretiminin etkinliği ile doğru orantılıdır. Öğrencilere kazandırılacak olan fen kavramlarının anlamlı ve kalıcı olması için, öğrencilerin yeni öğrendikleri ile sahip oldukları kavramlar arasında tutarsızlık olmamalıdır (Gülçiçek, 2002). Fen öğreniminin çocuklar için birtakım gerçeklerin ezberlenmesi şeklinde değil, bir çeşit düşünme yöntemi olarak görülmesi ve bu yöntemin onların dünyayı anlama

³ Yrd.Doç.Dr. Kocaeli Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü. Bulus@kou.edu.tr

⁴ Yrd.Doç.Dr. Kocaeli Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü dogangullu@kou.edu.tr

çabalarına ışık tutucu nitelikte olması gerekir. Buna göre etkili bir fen eğitimi, insan bilgisinin temel taşları olan kavramlar düzeyinde ele alınarak sağlanabilir (Cleminson, 1990).

Öğrencilerin fen kavramlarıyla ilgili ilk sistematik öğrenmeleri İlköğretim 4. sınıfta Fen ve Teknoloji derslerinde başlar. Ancak öğrencilerin bundan önce kazandıkları birikimler sonraki öğrenmelerini anlamlı kılması açısından son derece büyük önem taşımaktadır. İlköğretim 4. ve 5.sınıf öğrencileri günlük yaşantılarından edindikleri bazı yanlış bilgiler nedeniyle kavram yanlışlarına sahip olabilmektedirler. Bu yıllarda oluşacak kavram yanlışları bundan sonraki öğrenmelerini de olumsuz yönde etkileyecek ve tespit edilerek değiştirilmesi zor olacaktır. Bu nedenle bu yaş grubundaki öğrencilerin hem günlük yaşantılarından getirdikleri hem de dersler sırasında ortaya çıkan kavram yanlışlarının belirlenmesi ve derslerin belirlenen bu kavram yanlışları dikkate alınarak düzenlenmesi gerekmektedir (Nakiboğlu ve Özkılıç, 2006).

Baki (1999) kavram yanlışlarını öğrencilerin yanlış inançları ve deneyimleri sonucu ortaya çıkan davranışlar olarak tanımlayarak, kavram yanlışlarının öğrencilerin öğrenim yaşantılarında önemli bir yeri olduğunu ve bunların fen öğretiminin önemli bir bileşeni olarak gördüğünü belirtmektedir. Eryılmaz ve Tatlı (2000) bir başka çalışmada, kavram yanlışısını 'zihinde bir kavramın yerine oturan fakat bilimsel olarak o kavramın tanımından farklı olan' şeklinde belirtmektedir.

Öğrencilerin bilimsel kavramları anlaması, öğrencilerin geliştirdikleri kavram yanlışlarının sebepleri ve giderilmesi, araştırmacıların önem verdiği konular arasındadır. (Rowell, 1990). Kavram yanlışlarının araştırılmasındaki hareketlilik, öğrencilerin biyoloji, fizik, kimya ve yeryüzü bilimlerini içeren birçok alanda sahip oldukları yanlış kavramları ortaya çıkarmış, fen öğretimi araştırmalarına önemli katkılarda bulunmuştur (Wessel, 2000).

Bilindiği gibi literatürde, ısı - sıcaklık ve buharlaşma - kaynama konularında öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları ve bunların tespit edilmesi ile ilgili bir çok çalışma bulunmaktadır. Ericson (1979) çalışmasında, 12 yaşındaki çocukların ısının hava veya buhar gibi bir madde olduğu, ısının soğukun tersi olduğu, bir cismin sıcaklığının cismin hacmine ve büyüklüğüne bağlı olduğu gibi kavram yanlışlarına sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Isı ve sıcaklık konusunda öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla yapılan çok sayıda çalışmada, öğrencilerin ısı ve sıcaklığı birbirinden ayırt etmede zorlandıkları tespit edilmiştir. Bu çalışmalardan bazılarında 'birbirleriyle temas ettirilen farklı sıcaklıktaki iki cismin başlangıç sıcaklıklarının toplamının etkileşim sonunda sıcaklıkların toplamına eşittir', 'maddelerin ısınıp soğuması süreye bağlı değildir.', 'ısı, sıcak sistemden soğuk sisteme akar.', 'sıcak sistemden soğuk sisteme ısı değil, sıcaklık akar.' 'ısı akışı yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa doğrudur.', 'ısı madde miktarına bağlı değildir.' ve 'sıcaklık madde miktarına bağlıdır' gibi yanlışlar tespit edilmiştir (Gönen ve Akgün, 2005, Aydoğan vd., 2003, Kesidou ve Duit, 1993).

Harrison vd. (1999), ısı ve sıcaklık ile ilgili yanlış kavramların çoğunun nesnel-tabanlı kavramlar olduklarını belirtmektedir. Örneğin öğrenciler ısyı, hava veya buhar gibi nesnel olarak algılamaktadırlar (Ericson, 1979, 1980). Genellikle de ısı ve sıcaklığı birbirinin yerine kullanmaktadırlar (Ericson ve Tiberghien,1985; McDermott, 2003).

Ayas ve Çoştı (2001) öğrencilerin buharlaşma, yoğunlaşma ve kaynama kavramlarını anlama seviyelerini tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmanın sonucunda, öğrencilerin yoğunlaşma ve kaynama kavramını su ile sınırlandırdıklarını, diğer sıvılarda ve alkollerde bu olayların meydana gelmeyeceğini, kaynama esnasında sıcaklığın artacağını düşündüklerini saptamıştır. Aydoğan vd. (2003) tarafından yapılan bir diğer çalışmada da öğrencilerin sadece kaynama noktası veya daha yüksek sıcaklık değerleri için buharlaşma olduğunu düşündükleri, buradan da öğrencilerin buharlaşma ile kaynama olaylarını birbirine karıştırdıkları sonucuna

ulaşıldığı belirtilmektedir. Coştu vd. (2007) ise çalışmalarında öğrencilerin, kaynamanın kimyasal bir olay olduğunu, kaynama anında oluşan kabarcıkların içerisinde hidrojen ve oksijen gazı bulunduğunu ve bu gazların tepkimeye girdiğini düşündükleri belirtilmektedir.

Gerek kavramların doğru yapılandırılması için İlköğretim birinci kademenin önemi, gerekse program değişikliğinden sonraki uygulamaların kavram öğretiminde nasıl bir etki yarattığına duyulan merak böyle bir çalışma yapılmasına ön ayak olmuştur. Araştırmanın amacı, 2004 yılında uygulamaya konan Fen ve Teknoloji Dersi programına göre öğrenim görmüş olan ilköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin 'ısı - sıcaklık' ve 'buharlaştırma - kaynama' konularıyla ilgili olarak sahip olduğu kavram yanlışlarının ortaya çıkarılmasıdır. Bu şekilde yeni programa göre öğrenim gören öğrencilerin ilgili konulardaki kavram yanlışları ile literatürde çeşitli araştırmacılar tarafından saptanan kavram yanlışları arasında karşılaştırma yapma fırsatı da doğmaktadır.

YÖNTEM

Yapılan araştırma tarama modeli niteliği taşımaktadır. Tarama modelleri, geçmişte ya da halen varolan bir durumu var olduğu şekliyle betimlemeyi amaçlayan bir araştırma yaklaşımıdır. Araştırmaya konu olan olay, birey ya da nesne kendi koşulları içinde ve olduğu gibi tanımlanmaya çalışılır (Karasar, 2002).

Araştırmanın Evren ve Örnekleme

Araştırmanın evrenini Kocaeli il merkezindeki devlet ve özel ilköğretim okulunda öğrenim gören beşinci sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Örneklemin alınacağı 10 ilköğretim okulu basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılarak kurayla belirlenmiş, sekizi devlet, ikisi özel ilköğretim okuludur. Araştırmanın örneklemini ise kura sonucunda belirlenen her okuldan basit tesadüfi örneklemeyle seçilmiş 30 öğrenci olmak üzere toplam 300 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmaya katılan öğrencilerin 145'i kız 155'i erkektir. Bu öğrencilerden 240'ı devlet, 60'ı özel ilköğretim okulu öğrencisidir.

Veri Toplama Aracının Geliştirilmesi

Bu çalışmada nitel ve nicel araştırma yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Araştırmada ilk olarak, ısı-sıcaklık ve buharlaştırma-kaynama ile ilgili olarak Fen ve Teknoloji Dersi dördüncü sınıf öğretim programında yer alan 'Maddeyi Tanıyalım' ünitesindeki üç kazanım ile beşinci sınıf öğretim programında yer alan 'Maddenin Değişimi ve Tanınması' ünitesinde yer alan onbir kazanım belirlenerek veri toplama aracında yer alan sorular bu kazanımlara göre oluşturulmuştur. Soruların ilköğretim birinci kademe düzeyinde olması ve kavramların bu kademedeki kapsamının darlığı nedeniyle sadece 15 çoktan seçmeli soru hazırlanabilmiştir. Hazırlanan bu test, İlköğretim Bölümü Sınıf Öğretmenliği öğrencilerinden 20 öğrenciye uygulanarak yanıtlamaları istenmiştir. Bu testler daha sonra Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Fizik Öğretmenliği bölümünde tezsiz yüksek lisans yapan 20 öğretmen adayıyla Özel Öğretim II dersi kapsamında ölçme ve değerlendirme bölümünde testlerin hazırlanması ve güvenilirlik ve kapsam geçerliği konuları işlenirken veri toplama aracındaki 15 çoktan seçmeli sorunun yarı güvenilirlik katsayısı Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon katsayısı formülü kullanılarak 0.67 olarak bulunmuştur. Bu değer Sperman Brown güvenilirlik katsayısına göre düzeltilindiğinde 0.80 olarak hesaplanmıştır. Soruların madde analizleri yapıldıktan sonra iki soru elenmiştir. Ardından 13 çoktan seçmeli ve 5 açık uçlu sorudan oluşan veri toplama aracı alan uzmanı beş öğretim üyesinin (dördü Fen, biri Türkçe) incelemesine sunulmuş ve gelen öneriler doğrultusunda veri toplama aracına son şekli verilmiştir. Veri toplama aracındaki 13 çoktan seçmeli sorunun güvenilirlik analizi, örneklemin tamamına uygulandıktan sonra tekrarlanmış ve Pearson Momentler Çarpımı yarı güvenilirlik katsayısı 0,78

olarak bulunmuştur. Bu değer Sperman Brown güvenilirlik katsayısına göre düzeltildiğinde güvenilirlik katsayısı 0,88 olarak hesaplanmıştır.

Veri toplama aracı, 2006-2007 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde beşinci sınıfa devam eden 300 öğrenciye uygulanmıştır. Ayrıca her okuldan altı öğrenci olmak üzere toplamda 60 öğrenciyle de yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme için öğrenciler fen dersindeki başarı durumlarına göre seçilmiştir. Her sınıftaki öğrenciler fen ve teknoloji dersindeki değerlendirmelerdeki başarı durumlarına göre gruplandırılmış (en başarılı, orta düzeyde başarılı ve en az başarılı) ve her gruptan tesadüfi yöntemle seçilmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmeler veri toplama aracı uygulandıktan sonra gerçekleştirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşme yönteminde, araştırmacı önceden sormayı planladığı soruları içeren görüşme protokolünü hazırlar. Buna karşın araştırmacı görüşmenin akışına bağlı olarak değişik yan ya da alt sorularla görüşmenin akışını etkileyebilir ve kişinin yanıtlarını açmasını ve ayrıntılandırmasını sağlayabilir (Türnüklü, 2000).

BULGULAR ve YORUM

Bu bölümde, ısı - sıcaklık ve buharlaşma - kaynama konularıyla ilgili olarak 13 çoktan seçmeli ve 5 açık uçlu sorudan oluşan veri toplama aracına öğrencilerin verdikleri yanıtlar ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden sağlanan veriler yer almaktadır. Bulgular genel olarak 'ısı - sıcaklık' ve 'buharlaşma - kaynama' olmak üzere iki bölüm halinde sunulmaktadır.

Öğrencilerin Isı - Sıcaklık ile İlgili Kavram Yanılgıları

Isı ve sıcaklık konusuyla ilgili olarak veri toplama aracında sekiz çoktan seçmeli ve iki açık uçlu soru yer almaktadır. Çoktan seçmeli sorular, açık uçlu sorular ve yarı yapılandırılmış görüşmeyle elde edilen veriler sırasıyla sunulacaktır.

Isı ve sıcaklık ile ilgili olarak çoktan seçmeli sorulardan elde edilen bulgular

Isı ve sıcaklık konusundaki sekiz çoktan seçmeli soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar değerlendirilmiş ve tespit edilen kavram yanılgıları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. *Isı ve sıcaklık konusunda çoktan seçmeli sorularla saptanan kavram yanılgıları*

	f	%
Soğuk maddeler ısıya sahip değildir.	132	44
Isı termometre ile ölçülür.	129	43
Bir maddenin sıcaklığı arttıkça kütlesi de artar.	112	37.3
Odun yandığında dışarı sıcaklık verir.	108	36
Isı bir maddedir.	52	17.3
Isı bir enerji çeşidi değildir.	45	15
Isının kütlesi vardır.	29	9.7
Isı ölçülemez.	22	7.3
Sıcaklık kalorimetre ile ölçülür.	15	5

Sıcaklığın hangi araçla ölçüldüğü sorusuna öğrencilerin %91.3 (f=274)'ü 'termometre' doğru yanıtını vermesine rağmen %5 (f=15)'i 'sıcaklık kalorimetre ile ölçülür' şeklinde bir kavram yanılıgısına sahiptir. Ancak öğrencilerin %43 (f=129)'ünün yine ısının da termometre ile ölçüldüğünü belirtmesi, ısı ve sıcaklık kavramlarıyla ilgili net olmadıkları ve bu kavramları

birbirine karıştırdıklarını göstermektedir. Öğrencilerin %38 (f=114)'i ısının hangi araçla ölçüldüğü sorusuna 'kalorimetre' doğru yanıtı vermiştir.

Hangisi bir enerji çeşidi değildir? sorusuna öğrencilerin %68 (f=204)'i doğru seçeneği oluşturan 'sıcaklık' yanıtını vermesine rağmen %15 (f=45)'i ısının bir enerji çeşidi olmadığını ifade etmektedir. Buna ek olarak ısının bir enerji olduğunu bilen öğrencilerin oranı %65.7 (f=197) iken aynı soruda öğrencilerin %17.3 (f=52)'ü ısının bir madde olduğunu %9.7 (f=29)'si ısının kütlesi olduğunu ve %7.3 (f=22)'ü ise ısının ölçülemeyeceğini ifade etmişlerdir.

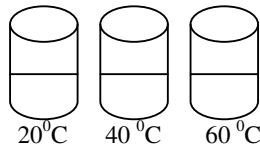
Öğrencilerin yüksek sayılabilecek değerlerde saptanan diğer kavram yanılgıları ise %44 (f=132) ile soğuk maddelerin ısıya sahip olmadıkları, %37.3 (f=112) ile bir maddenin sıcaklığı arttıkça kütlesinin de artacağı ve %36 (f=108) ile odun yandığında dışarı sıcaklık vereceğidir.

Isı ve sıcaklıkla ilgili olarak açık uçlu sorulardan elde edilen bulgular

Daha önce belirtildiği gibi veri toplama aracında ısı ve sıcaklık konusuyla ilgili olarak iki açık uçlu soru yer almaktadır. Bu sorulardan biri olan 'Bir bardak sıcak suyu nasıl soğutabiliriz?' sorusuna öğrencilerin %54.4 (f=163)'ü 'buzdolabına koyarız/Soğuk yerde bekletiriz' şeklinde yanıtlamışlardır. Öğrencilerin %42.6 (f=128)'si ise 'soğuk su veya buz ilave edebiliriz' şeklinde yanıt vermişlerdir. Öğrencilerin %2.7 (f=8)'i ise 'ondan daha soğuk bir cisimle temas ettiririz' yanıtını vermiştir. Sadece bir öğrenci de (% 0.3) bu soruyu 'durmadan karıştırız' şeklinde cevaplamıştır.

Dördüncü sınıf 'Maddeyi Tanıyalım' ünitesinde yer alan 'sıcak ve soğuk maddelerin teması sırasında meydana gelen sıcaklık değişimini gösteren deneyler tasarlar' kazanımı doğrultusunda öğrencilerden beklenen yanıt 'ondan daha soğuk bir cisimle temas ettiririz' açıklamasıdır. Oysa soruyu bu şekilde yanıtlayanların oranı sadece %2.7 (f=8)'dir. Bu sorudaki yanıtlar gibi öğrencilerin açıklamalarını günlük yaşantılarındaki deneyimlerden oluşturması, kavram öğretiminde öğrencilerin beraberinde getirdiği birikimlerin önemini ortaya koymaktadır.

Isı ve sıcaklık konusuyla ilgili olarak hazırlanmış bir diğer açık uçlu soru ise aşağıdaki gibidir. Bu soruya verilen cevaplar gruplandırarak Tablo2'de gösterilmiştir.



Şekildeki kaplarda farklı sıcaklıklarda eşit miktarda su bulunmaktadır. Bu kapların her birine 40 °C de eşit miktarda su eklenirse hangi kaptaki su en fazla ısı alır? Neden?

Tablo 2. Hangi kaptaki suyun en fazla ısı alacağıyla ilgili yanıtlar

	f	%
60 °C'deki daha çok ısı alır. Çünkü sıcaklığı en büyük olan kaba 40°C daha eklenirse 100°C olur.	190	63.3
20°C'deki yani soğuk olanı daha çok ısı alır.	76	25.3
40°C'deki kap daha çok ısı alır. Çünkü aynı sıcaklıkla karşılaşınca sıcaklığı düşmeden 80°C'ye yükselebilir.	30	10
Üç kaptaki su da aynı miktarda ısı alır. Çünkü aynı sıcaklıkta ve aynı miktarda su eklenmiştir.	4	1.4

Öğrencilerin testin tümünde en çok yanılıya düştükleri soruda yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin %63.3 (f=190)'ü eklenen suyla kapta bulunan suyun sıcaklıklarının toplamı en büyük olanın en çok ısı alacağını, %25.3 (f=76)'i ise en soğuk suyun daha çok ısı alacağını düşünmektedir. Her üç kaba da aynı miktarda ve aynı sıcaklıkta su eklendiği için kaplardaki suyun aynı miktar ısı alacağını, öğrencilerin sadece %1.4 (f=4)'ü bilmiştir.

Isı ve sıcaklık ile ilgili olarak yarı yapılandırılmış görüşmeyle elde edilen bulgular

Isı ve sıcaklıkla ilgili olarak öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde öğrencilere iki soru yöneltilmiş elde edilen bulgular Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. *Isı ve sıcaklık konusunda yarı yapılandırılmış görüşmelerde alınan yanıtlar.*

Sorular	Yanıtlar							
	Küçük beher		Büyük beher		İkisi eşit ısı alır		Yanıtsız	
Biri küçük diğeri büyük iki beheri (kap) aynı sıcaklıkta su ile tamamen dolduralım. Bu beherler aynı ısı kaynağı ile aynı süre içinde ısıtılırsa hangi kaptaki su daha çok ısı alır.	f	%	f	%	f	%	f	%
	36	60	18	30	3	5	3	5
Yukarıdaki sorudaki beherlere termometre daldırılırsa hangi beherdeki termometreden okunan değer daha yüksek olur?	Küçük beher		Büyük beher		Aynı sıcaklık okunur		Yanıtsız	
	f	%	f	%	f	%	f	%
	36	60	21	35	3	5	-	-

Yarı yapılandırılmış görüşmeler sırasında, öncelikle öğrencilere ısı ve sıcaklıkla ilgili yapmış olduğu deneyler hatırlatılmış sonrasında ise bunlarla ilgili iki soru yöneltilmiştir. 'Biri küçük diğeri büyük iki beheri (kap) aynı sıcaklıkta su ile tamamen dolduralım. Bu beherler aynı ısı kaynağı ile aynı süre içinde ısıtılırsa hangi kaptaki su daha çok ısı alır.' sorusuna öğrencilerin sadece %3 (f=5)'ü 'eşit ısı alır' şeklindeki açıklamaları ile doğru yanıtı vermişlerdir. Bu soruda öğrencilerin %60 (f=36)'ı 'küçük beherdeki su daha çok ısı alır', %30 (f=18)'ü ise 'büyük beherdeki su daha çok ısı alır' yanıtını vermişlerdir. Böylece öğrencilerin %90'ının bu konuda yanılıya düştükleri saptanmıştır. Özellikle %60 oranında karşılaşılan 'küçük beherdeki su daha çok ısı alır' yanıtını verirken, öğrencilerin 'küçük beherdeki su daha sıcak olur' şeklinde düşündüklerinin ve ısı ile sıcaklık kavramalarını karıştırdıklarının bir göstergesidir.

İkinci soruda ise birinci soruda verilmiş olan beherlere termometre daldırılırsa hangi beherdeki termometreden okunan değer daha yüksek olacağı sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Bu soruda öğrencilerin % 60 (f=36)'ı 'küçük beherdeki termometrede okunan değer daha yüksek olur' şeklinde doğru bir açıklamada bulunmuştur. Öğrencilerin %35 (f=21)'i ise 'büyük beherdeki termometrede okunan değer daha yüksek olur' ve %5 (3)'ü de 'her iki beherdeki termometrede de aynı sıcaklık okunur' şeklinde yanlış yanıt vermişlerdir. Bir önceki soruda 'beherler eşit ısı alır' yanıtını veren öğrencilerin 'her iki beherdeki termometrede aynı sıcaklık okunur' yanıtını da verdiklerinin saptanması, bu öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarının farkını kavrayamadıklarını göstermektedir.

Öğrencilerin Buharlaşma ve Kaynama İle İlgili Kavram Yanılgıları

Buharlaşma ve kaynama konusuyla ilgili olarak veri toplama aracında beş çoktan seçmeli ve üç açık uçlu soru yer almaktadır. Çoktan seçmeli sorular, açık uçlu sorular ve yarı yapılandırılmış görüşmeyle edilen veriler sırasıyla sunulacaktır.

Buharlaşma ve kaynama ile ilgili olarak çoktan seçmeli sorulardan elde edilen bulgular

Buharlaşma ve kaynama konusundaki beş çoktan seçmeli soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar değerlendirilmiş ve tespit edilen kavram yanılgıları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. *Buharlaşma ve kaynama konusunda çoktan seçmeli sorularla saptanan kavram yanılgıları*

	f	%
Suyun buharlaşması için kaynaması gerekir.	198	66
Su her sıcaklıkta buharlaşmaz.	171	57
Bir sıvının kaynayabilmesi için sıcaklık gereklidir.	152	50.6
Kaynayan sudan hava kabarcıkları çıkar.	118	39.3
Havadaki nem buharlaşmayı etkilemez.	69	23
Rüzgar buharlaşmayı etkilemez.	63	21
Ortamın ısısı buharlaşmayı etkilemez.	54	18
Kaynama sıvının yüzeyinde gerçekleşir.	50	16.7
Buharlaşma sıvının her noktasında gerçekleşir.	42	14
Bütün sıvı maddeler aynı sıcaklıkta kaynar.	39	13
Bir sıvının kaynayabilmesi için rüzgar gerekir.	9	3
Bir sıvının kaynayabilmesi için nem gerekir.	4	1.3

Öğrencilerin %66 (f=198)'sı suyun buharlaşması için kaynaması gerektiğini düşünmekte ve benzer olarak %57 (f=171)'si de suyun her sıcaklıkta buharlaşmayacağına inanmaktadır. Burada ğrencilerin buharlaşma ve kaynama kavramlarını karıştırdıkları görülmektedir. Kaynama ile ilgili olarak öğrencilerin %39.3 (f=118)' 'kaynayan sudan hava kabarcıkları çıkar.', %16.7 (f=50)'sı 'Kaynama sıvının yüzeyinde gerçekleşir.' şeklinde yanılgılara sahiptir. Benzer olarak öğrencilerin %14 (f=42)' 'buharlaşma sıvının her noktasında gerçekleşir.' şeklinde bir yanılgıya sahip olmaları bu öğrencilerin buharlaşma ve kaynama olayını birbiriyle karıştırdıklarının bir göstergesidir.

Öğrencilerin %50.7 (f=152)'sı 'bir sıvının kaynayabilmesi için sıcaklık gereklidir.' şeklinde bir kavram yanılgısına sahipken, öğrencilerin %45 (f=135)'i bir sıvının kaynayabilmesi için ısının gerekli olduğunu bilmektedir. Burada yine ısı ve sıcaklık kavramlarının öğrenciler tarafından karıştırıldığı görülmektedir. Aynı soruda öğrencilerin %1.3 (f=4)' bir sıvının kaynayabilmesi için nemin gerektiğine ve %3 (f=9)' de rüzgarın gerektiğine inanmaktadır. Öğrencilerin %23 (f=69)' havadaki nem oranının buharlaşmayı etkilemediğine, %21 (f=63)'i rüzgarın buharlaşmayı etkilemediğine ve %18 (f=54)'i de ortamın ısısının buharlaşmayı etkilemediğine inanmaktadır. Burada yine buharlaşma ve kaynama kavramlarının birbirine karıştırıldığı dikkati çekmektedir. Ayrıca ğrencilerin %13 (f=39)' bütün sıvıların aynı sıcaklıkta kaynadığını düşünmektedir.

Buharlaşma ve kaynama ile ilgili olarak açık uçlu sorulardan elde edilen bulgular

Buharlaşma ve kaynama konusunda veri toplama aracında  açık uçlu soru yer almaktadır. Bu sorulardan 'Elinize kolonya sürdüğünüzde elinizin serinlemesinin nedeni nedir?' sorusuna verilen yanıtlar Tablo 5'te, 'çamaşırlar sıcak yerde mi yoksa soğuk yerde mi daha çabuk kurur?' sorusuna verilen yanıtlar Tablo 6'da ve 'Kaynayan suda kabarcıkların çıkmasının nedeni nedir?' sorusuna verilen yanıtlar Tablo7'de gösterilmiştir.

Tablo 5. Öğrencilerin ‘Elinize kolonyaya sürdüğünüzde elinizin serinlemesinin nedeni nedir?’ sorusuna verdikleri yanıtlar

	f	%
Isı alışverişi olduğu için serinleriz.	99	33
Buharlaştırma nedeniyle serinleriz.	72	24
Gaz olduğu için serinletir.	47	15.6
Sıvı bir madde olduğu için serinletir.	42	14
Alkollü olduğu için serinletir.	17	5.7
Kokusundan dolayı ferahlarız.	17	5.7
Asit vardır o yüzden elimizi serinletir.	6	2

Tablo 5 incelendiğinde, öğrencilerin %33 (f=99)’ünün ‘ısı alışverişi olduğu için serinleriz’ ve %24 (f=72)’ünün de ‘buharlaştırma nedeniyle serinleriz’ yanıtını verdikleri görülmektedir. Bu yanıtlar, doğru ya da kısmen doğru olarak değerlendirilebilir. Ancak bu yanıtların dışındaki %43 (f=129) oranındaki yanıtlar öğrencilerin kavram yanlışlarına işaret etmektedir.

Tablo 6. Çamaşırların sıcak yerde mi yoksa soğuk yerde mi daha çabuk kuruyacağına dair öğrenci açıklamaları

		f	%
Sıcak yerde daha çabuk kurur çünkü	Sıcakta buharlaştırma çabuk olur.	105	35
	Neden belirtilmemiş.	99	33
	Sıcak yerde ısı alışverişi olur.	59	19
			.7
	Soğuk yerde çamaşırlar nemlenir.	19	6.
		3	
	Toplam (sıcak yerde kurur)	282	94
Soğuk yerde çabuk kurur çünkü,	Neden belirtilmemiş.	18	6
	Toplam (soğuk yerde daha çabuk kurur)	18	6

Öğrencilerin toplamda %94 (f=282)’ü çamaşırların sıcak yerde daha çabuk kuruyacağını bilmesine rağmen, öğrencilerin %6 (f=18)’sında ‘çamaşırlar soğuk yerde daha çabuk kurur’ yanıtına rastlanmıştır. Çamaşırların sıcak yerde daha çabuk kuruyacağını bilen öğrencilerin %35 (f=105)’i bu durumun nedeni olarak sıcakta buharlaşmanın daha çabuk olacağını, %19.7 (f=59)’si ise sıcak yerde ısı alışverişi olacağını ifade etmiştir. Öğrencilerin %33 (f=99)’ü ise çamaşırların sıcak yerde daha çabuk kuruyacağını ifade etmelerine rağmen bunun nedenini belirtmemişlerdir. Burada öğrencilerin günlük hayatta çok yakından gördükleri olayları daha iyi kavradıkları sonucuna varılabilir.

Tablo 7. Öğrencilere göre kaynayan suda kabarcıkların çıkmasının nedeni.

	f	%
Kaynayan su her taraftan buharlaştığı için	81	27
Su ısındığı için	69	23
Su kaynadığı için	66	22
Su buharı (gaz) oluştuğu için	51	17
Kaynayan suyun içi çok sıcak olduğu için	25	8.3
Genleşmeden dolayı	6	2
Atomların titreşimi yüzünden	2	0.7

'Kaynayan sudan niçin kabarcıklar çıkar?' sorusuna verilen yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin %23 (f=69)'ünün 'su ısındığı için', %22 (f=66)'sinin 'su kaynadığı için' ve %8.3(25)'ü ise 'kaynayan suyun içi çok sıcak olduğu için' şeklinde açıklamalarda buldukları görülmüştür. Öğrencilerin yalnızca %27 (f=81)'si 'kaynayan su her taraftan buharlaştığı için kabarcıklar çıkar' yanıtını vermişlerdir.

Buharlaştırma ve kaynama ile ilgili olarak yarı yapılandırılmış görüşmeyle elde edilen bulgular

Buharlaştırma ve kaynama ilgili olarak öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde öğrencilere dört soru yöneltilmiştir. Sorulara verilen yanıtlardan elde edilen bulgular Tablo 8 ve Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 8. Buharlaştırma ve kaynama konusundaki görüşmelerde öğrencilerden alınan yanıtlar

Sorular	Yanıtlar									
	Sıcaklık değişir		Isınır		Buharlaştır		Kaynar		Kütlesi ya da ağırlığı artar	
Bir bardak çeşme suyunu ısıtmaya başlarsak suda nelerin değiştiğini söyleyebiliriz?	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
		18	30	15	25	15	25	9	15	3
Kaynayan sudaki kabarcıklar sizce nedir?	buhar		hava		gaz		kaynama		Yanıtsız	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
	21	35	21	35	6	10	6	10	6	10

Yarı yapılandırılmış görüşme sırasında, ilk olarak öğrencilere buharlaştırma ve kaynama ile ilgili yapmış oldukları deneyler hatırlatılmış, ardından bunlara ilişkin sorular yöneltilmiştir. 'Bir bardak çeşme suyunu ısıtmaya başlarsak suda nelerin değiştiğini söyleyebiliriz?' sorusuna öğrencilerin %30 (f=18)'u 'sıcaklığı değişir', %25 (f=15)'i 'ısınır', yine %25 (f=15)'i 'buharlaştır' şeklinde doğru yanıtlar vermişlerdir. Öğrencilerin %15 (f=9)'i 'kaynar' ve %5 (f=3)'i 'kütlesi ya da ağırlığı artar' yanıtını vermişlerdir. Bu yanıtlar öğrencilerin buharlaştırma ve kaynamayı birbirine karıştırdıkları ve ısının bir madde olarak algılanması sonucu suyun kütlesinin ya da ağırlığının artacağını düşündüklerini göstermektedir.

Kaynayan sudaki kabarcıklar sizce nedir? sorusuna öğrencilerin %35 (f=21)'i 'kaynayan sudaki kabarcıklar buhardır' diyerek doğru yanıtı bilmişlerdir. Kaynayan sudaki kabarcıkları öğrencilerin %35 (f=21)'i hava, %10 (f=6)'u gaz, %10 (f=6)'u kaynama olarak belirtirken, %10 (f=6)'u ise bu soruyu bir yanıt vermemiştir.

Tablo 9. Buharlaştırma ve kaynama konusundaki görüşmelerde öğrencilerden alınan yanıtlar

Sorular	Yanıtlar					
	gerçekleşir		gerçekleşmez		Maddeye göre değişir	
Buharlaştırma her sıcaklıkta gerçekleşir mi?	f	%	f	%	f	%
		42	70	15	25	3
Kaynama her sıcaklıkta gerçekleşir mi?	gerçekleşir		gerçekleşmez		Yanıt yok	
	f	%	f	%	f	%
	15	25	45	75	-	-

Öğrencilerin %25 (f=15)'inin buharlaşmanın her sıcaklıkta gerçekleşmeyeceğini belirtmelerine rağmen %70 (42)'i buharlaşmanın her sıcaklıkta gerçekleşeceğini bilmektedir. Benzer şekilde öğrencilerin %25 (f=15)'inin kaynamanın her sıcaklıkta gerçekleşeceğini belirtmelerine rağmen %75 (f=45)'i kaynamanın her sıcaklıkta gerçekleşmeyeceğini bilmektedir. 'Buharlaşma her sıcaklıkta gerçekleşmez' şeklinde düşünenlerle 'kaynama her sıcaklıkta gerçekleşir' şeklinde düşünenlerin buharlaşma ve kaynama olaylarını birbirleriyle karıştırdığı görülmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma ilköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin ısı - sıcaklık ve buharlaşma - kaynama konularındaki kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Belirlenen kavram yanlışlarının birçoğunun literatürde karşılaşılan kavram yanlışlarını işaret ettiği görülmektedir.

Çalışmanın bulgularından elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin yarısına yakını ısının termometre ile ölçüldüğünü, üçte ikisinin sıcaklığın bir enerji çeşidi olduğunu, üçte birinden fazlasının odunun yandığında dışarıya sıcaklık verdiğini düşünmesi, ısı ve sıcaklık kavramlarının öğrenciler tarafından birbirine karıştırıldığını göstermektedir. Yapılan literatür çalışmasında Kaptan ve Korkmaz (2001)'in sınıf öğretmenleri adaylarıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun ısı ile sıcaklık kavramlarının aynı anlamda olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. Aydoğan vd. (2003)'nin çalışmasında ise öğrencilerin, çoğunlukla ısı ve sıcaklık kavramlarını birbirine karıştırmakla birlikte, sıcaklığı da ısı gibi bir tür enerji olarak düşündüğü belirtilmektedir.

Bu çalışmada, öğrencilerin üçte birinden fazlası bir maddenin sıcaklığı arttıkça kütlesinin de artacağını, beşte birine yakını ısının bir madde olduğunu, onda birinin ısının kütlesi olduğunu düşündüğü saptanmıştır. Erickson (1979,1980) yaptığı çalışmalarda öğrencilerin, ısıyı soğuk ortamdaki sıcak ortama akan bir madde gibi algıladıklarını belirtmiştir.

Öğrencilerin buharlaşma - kaynama sorularına verdikleri yanıtlar incelendiğinde suyun her sıcaklıkta buharlaşmayacağını düşünenlerin oranının yarıdan fazla olması buharlaşma kavramının kaynama ile karıştırıldığını göstermektedir. Suyun buharlaşması için kaynaması gerektiğini düşünenlerin de üçte iki gibi çok yüksek bir oranda olması buharlaşma - kaynama konusundaki yanlışlığı güçlendirmektedir. Buharlaşma ve kaynama ile ilgili sonuçlarda, öğrencilerin %16.7'si kaynamanın sıvının yüzeyinde gerçekleştiği, benzer şekilde %14'ünün ise buharlaşmanın sıvının her noktasında gerçekleştiği şeklinde bir yanılgıya sahip olmaları da yine bu öğrencilerin buharlaşma ve kaynama olayını birbirleriyle karıştırdıklarını göstermektedir. Aydoğan vd. (2003) tarafından lise ve üniversite öğrencileriyle yapılan bir çalışmada, öğrencilerin %24'ünün sadece kaynama noktası veya daha yüksek sıcaklık değerleri için buharlaşma olduğunu belirterek buharlaşma ile kaynama olaylarını birbirine karıştırdıkları sonucuna ulaşmışlardır. Coştu vd. (2007)'de yaptıkları çalışmada öğrencilerin kaynama olayını sıvı yüzeyinde gerçekleşen bir olay olduğunu düşündükleri belirtilmektedir.

Kaynama ile ilgili bulgular incelendiğinde öğrencilerin üçte birinden fazlası kaynayan sudan hava kabarcıkları çıktığını, onda biri ise kabarcıkların gaz olduğunu belirtmesi, öğrencilerin bu konudaki kavram yanlışlarını ortaya koymaktadır. Kaynama kavramıyla ilgili literatürde var olan bir çok çalışmada, kaynama anında oluşan kabarcıklar içerisinde bulunan maddenin ne olduğuna ilişkin bir soruya yer verilmiştir (Coştu vd., 2007; Paik vd., 2004; Coştu, 2002; Ayaş ve Coştu, 2001) Bu çalışmalarda, öğrencilerin kaynama anında oluşan kabarcıkların içerisinde ısı, hava, oksijen ve hidrojen gazı, sıcak hava ve karbondioksit gazı bulunduğunu düşündüğü belirtilmektedir.

‘Çamaşırları sıcak yerde mi yoksa soğuk yerde mi daha çabuk kuruturuz?’ ve ‘bir bardak sıcak suyu nasıl soğutabiliriz?’ sorularını daha yüksek oranda doğru yanıt vermeleri, öğrencilerin günlük yaşamda sıkça karşılaştıkları bazı olayları daha kolay kavradıklarını göstermektedir. Bu nedenle kavram öğretiminin günlük yaşamla ilişkilendirilerek yapılmasına, dikkat edilmesi ve özen gösterilmesine ihtiyaç vardır.

Araştırmanın yapıldığı okullarda öğretmen ve öğrenci görüşmelerinde Fen ve Teknoloji dersinde araştırma kapsamındaki konularla ilgili etkinlik ve deneylerin gerçekleştirildiği öğrenilmiştir. Öğrencilerin önceki deneyimleri ve algılarının farklılığı yapılan etkinlik ya da deneylerden farklı sonuçlar çıkarmasına sebep olacağı düşünülerek öğretmenlerin deney ve etkinlik başlarında öğrencilerin ön bilgilerini yoklamaları sonunda ise etkinlikten ya da deneyden çıkardıkları sonuçları gözden geçirmeleri gerekliliği bu çalışmayla bir kez daha vurgulanabilir.

Kavramların doğru yapılandırılmasının özellikle de ilköğretim birinci kademedeki oldukça zor ve bir o kadar da önemli olduğu bir gerçektir. Bu problemin çözülmesi ancak öğretmenlerin bu konudaki çabalarıyla mümkün olabilecektir. Öğretmenlerin Fen ve Teknoloji Programındaki yeniliklere uyum sağlaması, alışılmış yöntemlerin değiştirilmesi ve yerine yeni yöntemler koyabilmesi bir süreçtir. Bu sürecin zararsız atlatılabilmesi için yardım şarttır. Kavram öğretimi konusunda öğretmenlerin hizmet öncesi aldıkları eğitim yeterli görülmemeli hizmet içi eğitimle de konunun önemi ve acilliği kavratılmalıdır. Fen ve Teknoloji kılavuz kitaplarında belirgin kavram yanlışları konusunda öğretmenlere küçük uyarılarda bulunulmuştur ama yeterli değildir. Bu kavram yanlışlarını ortaya çıkaracak ya da kavram yanlışlarının oluşmasını engelleyecek özel etkinlikler ve yöntemler önerilmeli ve bu özel etkinlikler ve yöntemler konusunda öğretmenlerin bilgilendirilmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Ayas, A. & Çepni, S., Johnson, D. & Turgut, M.F. (1997), *Kimya öğretimi*. Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi yayınları.
- Ayas, A. & Coştu, B. (2001). Lise 1 Öğrencilerinin buharlaşma, yoğunlaşma ve kaynama kavramlarını anlama seviyeleri, *Fen Bilimleri Eğitim Sempozyumu Bildiriler* içinde (ss. 270-280). İstanbul: Maltepe Üniversitesi.
- Aydoğan, S. , Güneş, B. & Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları, *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* , 23(2), 111–124.
- Baki, A. (1999). Cebirle ilgili işlem yanlışlarının değerlendirilmesi. *III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildiriler* içinde (ss. 46-55). Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Cleminson, A. (1990), Establishing and epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and of how children learn science, *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 429-445
- Çepni, S. (2005). *Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji (4.baskı)*. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Coştu, B. (2002). *Ortaöğretimin farklı seviyelerindeki öğrencilerin buharlaşma, yoğunlaşma ve kaynama kavramlarını anlama düzeylerine ilişkin bir çalışma*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Trabzon: K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü,
- Coştu, B., Ayaş, A. & Ünal, S. (2007). Kavram yanlışları ve olası nedenleri: kaynama kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 123-136.
- Ericson, G.L. (1979). Children’s conceptions of heat and temperature. *Science Education*, 63(3), 221-230.
- Ericson, G. L. (1980). Children's viewpoint of heat: A second look. *Science Education*, 64(3), 223-236.

- Ericson, G. & Tiberghien, A. (1985). *Heat and Temperature*. In R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien(Eds.), *Children' s ideas in science* . Philadelphia, PA: Open University Press.
- Eryılmaz, A. & Tatlı, A. (2000).ODTÜ öğrencilerinin mekanik konusundaki kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 93-98.
- Gülçiçek, Ç. (2002). Lise 2. sınıf öğrencilerinin mekanik enerjinin korunumu konusundaki kavram yanılgıları. *Gazi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*. Ankara. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi)
- Harrison, A. G., Grayson, D. J., & Treagust, D. F. (1999). Investigation a grade II student's evolving conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 55-87.
- Gönen, S & 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.
- Kaptan, F. (1998). *Fen Bilgisi Öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- 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
- Karasar, N. (2002). *Bilimsel Araştırma Yöntemi: Kavramlar, İlkeler ve Teknikler*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Kesidou, S. & Duit, R. (1993). Students' conceptions of the second law of thermodynamics- an interpretive study. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(1), 85-106.
- MEB, (2005). Fen ve Teknoloji Programı. Ankara: MEB Yayınları.
- McDermott, L.C. (2003). Improving student learning in sciences. *Physical Science News*, 4(2), 6-10.
- Nakiboğlu, C. & Özkılıç, R. (2006). 4. sınıf öğrencilerinin gazlar ile ilgili kavram yanılgılarının V-diyagramı kullanılarak belirlenmesi. www.istekyasam.com/edu7dergi2/edu7/makale1 adresinden 10 Mart 2007 tarihinde indirilmiştir.
- Paik S-H., Kim H-N., Cho B-K & Park J-W. (2004). K-8th grade Korean students' conceptions of changes of state and conditions for changes of state, *International Journal of Science Education*, 26(2), 207-224.
- Rowell, A. J. Dawson, C. J. & Harry, L. (1990). Changing misconceptions: a challenge to science education. *International Journal Science Education*, 12(2), 167-175.
- Türnüklü, A. (2000). Eğitim bilim araştırmalarında etkin olarak kullanılacak nitel bir araştırma tekniği: Görüşme. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 6 (24), 543-559.
- Wessel, W. E. (2000). Knowledge construction in high school physics: A study of student/teacher interactions. *Physics in Canada*, 56 (4), 205-210.