



Secondary School Students' Ideas Related to the Subject of Matter: Drawing Methods

Ümmühan ORMANCI¹

Ali Günay BALIM²

ABSTRACT: In the study, the purpose is to determine the ideas of the secondary school students related to the subject of matter by using the drawing method. In this context, the study primarily focused on the analysis of drawing method, and then it aimed to find out the understanding of students related to the subject and their acquired misconceptions. The study was conducted in a secondary school of Pazaryeri district in Bilecik province by using a survey model. It was composed of 38 students, 16 of whom were 6th grade and 22 of whom were 7th grade. The drawing test including 4 questions was used as a data-collecting tool. The data obtained were analyzed with a rubric which was developed by the researchers. According to the findings of the study, it is believed that the drawing method can be effective in finding out the opinions of students. When we considered the levels of understanding related to the subject, it could be concluded that the understanding of students was on a moderate level in terms of identifying the relation between their understanding and drawing the model of cell-atom. Moreover, it was reported that the level of understanding was high when considered the drawing of granular structure of matters composed of atom-compound mixture. In view of these results, some recommendations were made related to the outcomes of the study.

Key Words: Matter, Secondary School Student, Drawing Method, Idea.

SUMMARY

Purpose and significance: In parallel with the changes and developments made in the education of science, it has been considered that the focus related to learning should be given not only on the level of knowledge but also on the level of comprehension and conception of the students. In order to achieve this, it can be concluded that using the methods and techniques, through which the students learn and experience by attending the classes actively and by forming a relation with daily life, is appropriate. One of these methods is the drawing method. In the study carried out in this respect, the purpose is to determine the ideas of the students from 6th and 7th graded related to the subject of matter by using the drawing method. For this purpose, some patterns are presented in the study concerned with the analysis of understanding levels of the students about the subject of matter and the analysis of each problem. Besides, it is aimed to identify the misconceptions that the students have.

Methods: In this study aiming to determine the ideas of the students related to the subject of matter, a survey model was used as one of the quantitative research models. The study group included 38 students in a secondary school of Pazaryeri district in Bilecik province. Of the students, 16 were studying at the 6th grade and 22 were from 7th grade. In the study, a drawing test developed for the subject of matter was used as a data-collecting tool. This drawing test was prepared in parallel with the content of the 6th grade unit about the granular structure of matter and it was aimed to prove its validity by submitting it to an expert. In the analysis of data, on the other hand, the questions of drawing were studied by using the scoring key, a 'rubric', developed by the researchers.

Results: When the data obtained from the study were examined, it was observed that the students were generally on moderate and high levels in relation to the question about the drawings of the students on matter-atom model. Furthermore, four of the students were of the opinion that there is not any relation between atom and cell. In the study, it was determined that the level of the students was high in general in drawing the granular structure of matters in a state of solid-liquid and gas. However, it was observed that the students had a problem in moving characteristics of solid-liquid-gas matters and in drawing them as granular dimension; therefore they were on a low level. Furthermore, majority of the secondary school students (f=22) believed that the number of granules of the matters having the same amount in different states were distinct. According to another finding obtained from the study, it could be concluded that while the secondary school students were on a high level related to physical change, they were on moderate and low levels concerning chemical change.

¹ Research Assistant, Uludağ University Institute of Educational Sciences, ummuhan45@gmail.com

² Assoc. Prof. Dr, Dokuz Eylül University Buca Faculty of Education, agunay.balim@deu.edu.tr

Discussion and Conclusions: In the research carried out, drawing method was used in identifying the ideas of the students about the subject of matter and it was concluded that this method of drawing has a significant role in determining these ideas of students. Thus, it can be said that this drawing method can be used in determining the ideas of the students and their level of understanding. In accordance with the findings obtained from the research, it was inferred that the comprehension levels of the students were generally moderate and high concerned with drawing atom-cell model and indicating the relation between them. The students were able to draw the models of atom and cell separately, but they had difficulties relative to the dimensions while comparing atom and cell. In addition, it was concluded that the students found it difficult to form a relation between atom and cell. Accordingly, it can be inferred that the students know atom but they cannot understand that atom is made up of a cell. As a result of the study, while the students were on a high level related to physical change, they were on moderate and low levels concerning chemical change. In one hand, it was clear that students distinguished physical change in general; however, they had difficulties in displaying granules related to physical change. On the other hand, it was inferred from the study that the students had problems in both distinguishing the chemical change and in displaying granules. Thus, it can be recommended that the methods associated with daily life and the techniques, in which the students are active in learning the subject of matter, and where interdisciplinary approaches are used, should be preferred.

Ortaokul Öğrencilerinin Madde Konusuna Yönelik Fikirleri: Çizim Yöntemi

Ümmühan ORMANCI³

Ali Günay BALIM⁴

ÖZ. Çalışmada; ortaokul öğrencilerinin madde konusuna yönelik fikirlerinin çizim yöntemi kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda çalışmada öncelikle çizim yönteminin analizi üzerinde durulmuş, ardından öğrencilerin konuya ilişkin anlamalarının ve sahip oldukları kavram yanlışlarının ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Çalışmada tarama modeli kullanılmış ve uygulama Bilecik ili Pazaryeri ilçesinde yer alan bir ortaokulda gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya 16 altıncı ve 22 yedinci sınıf olmak üzere toplam 38 öğrenci katılmıştır. Veri toplama aracı olarak; 4 sorudan oluşan çizim testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler, araştırmacılar tarafından geliştirilen rubrik (puanlama anahtarı) yardımıyla analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre; çizim yönteminin öğrenci fikirlerini belirlemede etkili bir şekilde kullanılabileceği düşünülmektedir. Konuya ilişkin anlama düzeylerine baktığımızda; öğrencilerin anlamalarının hücre-atom modeli çizimi ve arasındaki ilişkinin belirlenmesi konusunda orta seviyede oldukları söylenebilir. Bununla birlikte atom-bileşik-karışımdan oluşan maddelerin tanecik yapılarını çizimi konusunda, öğrencilerin anlama düzeylerinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlardan yola çıkılarak çalışma sonuçlarına ilişkin bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Madde, İlköğretim Öğrencileri, Çizim Yöntemi, Fikir.

GİRİŞ

Bilim ve teknoloji alanında hızlı bir şekilde gelişim ve değişimlerin meydana geldiği, bunların da başta eğitim olmak üzere birçok alanı doğrudan etkilediği söylenebilir. Bu duruma paralel olarak eğitim alanında yapılan gelişmeler de, bilim ve teknoloji alanını doğrudan etkilediği ifade edilebilir. Ayas ve Özmen (2002) fen bilimleri alanındaki gelişmeler ve bu gelişmelere dayalı olarak üretilen teknolojilerin ülkelerin gelişmesinde ve fen eğitiminde önemini gittikçe arttığını belirtmektedirler. Fen bilimleri eğitiminin önemi artmaya başladıkça, öğretim sisteminde değişimler meydana gelmekte ve öğrencilerden beklenen rollerde farklılaşmalar oluşmaktadır. Eş ve Sarıkaya (2010), çağımızın gerektirdiği bilimsel bilgiyi ve teknolojiyi anlayabilen ve kullanabilen bireyleri yetiştirebilmenin büyük önem taşıdığını ifade etmektedirler. Bu bağlamda bilgi, iletişim ve teknoloji dünyası; yaratıcı, olayları ve durumları eleştirebilen, bilgiye nasıl ulaşacağını bilen, sorunları çözebilme ve işbirliği içinde çalışabilme becerisine sahip olan bireylere gereksinim duymaktadır (Türkoğuz, 2008). Fen derslerinde ise öğrenciler; araştırma yapmaya, problemleri tespit etmeye, hipotezler üretmeye ve verilen problemlerin çözümü için yollar tasarlamaya teşvik edilerek, onların bilimsel süreç becerilerinin ve eleştirel düşünme yeteneklerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır (Atasoy, Kadayıfçı ve Akkuş, 2007b). Anlaşılacağı üzere bilim ve teknoloji alanındaki gelişim ve değişimleri takip etmede bireyler için gerekli olan yaratıcı-eleştirel düşünme, araştırma yapma, işbirliği, problem çözme gibi becerilerin; fen derslerinde de kazandırılması istenmektedir. Bu anlamda günümüzde fen derslerine daha fazla önem verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Bilim ve teknolojinin, bunlara paralel olarak bilgi birikiminin çok hızlı bir şekilde arttığı günümüzde; bütün bilgilerin öğrenenlere aktarılması mümkün olmayacağı için, son yıllarda kavramlar düzeyinde öğretime önem vermeye başlanmıştır (Özmen, 2005). Son on beş yılda; fen öğretiminde öğrenci kavramlarını dikkate alma ve anlamının, onları benzersiz şekilde ifade etmenin önemli noktaya geldiği ifade edilebilir (Ebenezer ve Erickson, 1996). Bu noktada ülkemizde kavram öğretimi ve anlamlı öğrenme önem kazanmaya başlamış ve yapılandırmacı yaklaşım temel alınarak fen öğretimi uygulanmaya başlamıştır. Yapılandırmacı yaklaşımda öğrenci, yeni kazandığı bilgileri eski bilgileri ile karşılaştırarak zihninde yeniden yapılandırmakta ve böylece etrafındaki dünyayı anlamlandırmaktadır (Özmen, 2004). Yapılandırmacı yaklaşımda bireylerin fikirleri bilimsel topluluk içinde tartışılmakta ve ortak bir nokta bulunmaktadır (Kokkotas, Vlachos ve Koulaidis, 1998). Bu öğrenme kuramına göre öğrenciler; sınıf ortamına zihinlerinde önceki deneyimlerinden edindikleri ön

³ Araştırma Görevlisi, Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, ummuhan45@gmail.com

⁴ Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi, agunay.balim@deu.edu.tr

bilgiler (Küçüközer, Bostan, Kenar, Seçer ve Yavuz, 2008) ve okul dışında günlük yaşamlarından deneyimlerini içeren bilgilerle gelirler (Kendrick ve McKay, 2004). Bu bağlamda öğrenme; bireylerin bilginin yapılandırılması ve bireyler arasında sosyal etkileşimi içermektedir (Eskilsson ve Hellden, 2003). Yapılandırmacı yaklaşım, öğrencilerin sosyal etkileşim içinde ve birçok beceriye sahip olduğu bir öğrenme ortamını içermektedir. Taşdemir ve Demirtaş (2010)'a göre bu süreçte bireylerden; bilgiye ulaşma, bilgiyi analiz etme, işe yarar bilgiyi seçme ve örgütleme, öğrenme sürecini denetleme, problemleri çözebilme, işbirliği içinde çalışma gibi birçok niteliğe sahip olmaları beklenmektedir.

Fen öğretiminde; yapılandırmacı öğrenme kuramıyla birlikte önem kazanmaya başlayan ve öğrencilerin anlamlı öğrenmesini sağlayan birçok yöntem, teknik ve strateji bulunmaktadır. Bunlardan biri de çizim yöntemidir. Çizimlerin amacı, öğrencide gizli kalmış fikir, bilgi ve inançların öğrenciyi kelimelerle sınırlamadan ortaya çıkarılmasıdır (Özmen, 2005). Çizim yöntemiyle; öğrencinin bir konu, kavram veya durum hakkındaki anlama düzeyi veya fikri hiçbir sınırlama getirilmeden ortaya konabilmektedir. Bu bağlamda çizim yönteminin; bir öğretim modeli olmasının yanı sıra, öğrencilerin konuya ilişkin fikirlerini belirlemede kullanılacak alternatif bir yöntem olduğu söylenebilir. Özellikle öğrenciler tarafından zor olarak algılanan ve soyut birçok kavramı barındıran konuların öğretimi veya değerlendirilmesinde, çizimlerin etkili bir şekilde kullanılabilmesi ifade edilebilir. Kavak (2007)'in da belirttiği gibi öğrenciler bir kavram ile ilgili zihinlerinde hiç bir imaj oluşturamamışsa, bu onların o kavramı tanımlayamadıkları ve kavrama ait bilgilerin olmadığı anlamına gelmektedir. Bu bağlamda, öğrencilerin kavramlar hakkındaki imajlarını ortaya çıkarmada, çizimlerin etkili olabileceği söylenebilir.

Fen derslerinin içeriği incelendiğinde öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri soyut kavram, konu veya olayların olduğu görülmektedir. Benzer olarak Özalp (2008) fen bilimlerindeki kavramların genellikle soyut olduklarından öğrencilerin bu kavramları tam olarak anlayamadıklarını ve kavram yanlışlarının ortaya çıktığını ya da oluştuğunu belirtmektedir. Öğrencilerin ön bilgilerini yeni bilgileriyle kimi zaman doğru kimi zaman yanlış bağdaştırmaları da, fen eğitiminin amaçlarına ulaşmasına engel olabilmektedir (Demirbaş, Tanrıverdi, Altınışık ve Şahintürk, 2011). Oysa fen eğitiminde anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi için öğrencilerin kavram yanlışlarından, yani bilimsel olmayan bilgilerden vazgeçip bilimsel kavramlara yönelmelerini sağlamak gerekmektedir (Hançer, 2007). Kavram yanlışları, bilimsel olandan farklı ve öğrencilerin kendi tarafından geliştirilen kavramlar olarak ifade edilebilir (Köse, 2008). Geçtiğimiz yirmi yıl içinde; fen eğitimini geliştirmek amacıyla, araştırmacıların fen kavramlarına ilişkin öğrenci kavram yanlışlarına yönelik çalışmalara önem verdiği söylenebilir (Ayas ve Demirtaş, 1997). Çünkü kavram yanlışları sıklıkla değişime ve düzenlemeye karşı dirençli, daha fazla öğrenmeye engel niteliktedirler (Küçükönder, Söğüt ve Büyükkasap, 2005). Bu nedenle öncelikle kavram yanlışlarının oluşumu engellenmeli ve öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları tespit edilerek ortadan kaldırılmaya çalışılmalıdır. Zaten kavram yanlışları veya alternatif fikirler; sadece küçük çocuklarla sınırlı değil, yetişkinlerde bile bazı doğa olaylarında kavram yanlışlarını sahiptirler (Krnel, Watson ve Glažar, 1998). Bu nedenle fen konularının öğretiminde, öğrenci anlamalarına ve kavram yanlışlarına önem verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Fen dersleri konuları incelendiğinde; kimya konularının öğrenciler tarafından zor olarak algılandığı ve içinde birçok soyut kavramı barındırdığı görülmektedir. Gabel (1999)'e göre; son on beş yıldır yapılan problem çözme ve kavram yanlışlarına ilişkin çalışmalar, kimyanın karmaşık bir konu olduğunu göstermektedir. Çünkü kimya; içerisinde birçok soyut kavram barındırdığından, öğrenilmesi daha fazla muhakeme ve zihinsel düşünme gerektirmektedir (Çalık, Ayas ve Ebenezer, 2005). Kimyanın birçok konusunda olduğu gibi, maddenin tanecikli yapısı konusunda da öğrencilerin gözle göremedikleri, soyut nitelikte olan birçok kavram yer almaktadır. Soyut kavramların anlaşılması ileri yaşlardaki öğrencilerde dahi zor olmakta, düşük sınıflarda ise öğrencilerin zihinsel gelişmişlik düzeyleri çoğu zaman bu kavramları yapılandırmakta başarısız olmaktadır (Kenan ve Özmen, 2011). Kimyanın temel kavramlarının ilk ve ortaöğretim düzeyinde tam ve doğru olarak öğretilmesi öğrencilerin daha sonraki kavramları anlamalarında son derece önemlidir (Özmen, Karamustafaoğlu, Sevim ve Ayas, 2002). Bu bağlamda kimya içerisinde zor olarak algılanan konulardan biri olan maddenin tanecikli yapısı ünitesinin öğretimi, değerlendirilmesi ve kavram yanlışlarının tespit edilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır.

Madde konusuna yapılan çalışmalar incelendiğinde; bilgisayar destekli öğretim (Karaduman ve Emrahoğlu, 2011; Kenan ve Özmen, 2011), bütünleştirilmiş eğitim (Tezcan ve Salmaz, 2005), rol oynama (Kavak, 2007), çoklu zeka (Ateş, 2007), reform destekli öğretim (Adadan, Irving ve Trundle, 2009), harmanlanmış eğitim (Bridle ve Yeziarski, 2012), işbirlikli öğrenme (Atasoy, Genç, Kadayıfçı ve Akkuş, 2007a), kavram karikatürü (Kuşakçı Ekim, 2007), açıklayıcı hikaye (Ayvacı ve Şenel Çoruhlu, 2009) gibi birçok öğretim yöntem ve tekniğinin etkililiğinin araştırıldığı görülmektedir. Ardaç ve Akaygun (2004) yaptıkları çalışmada kimyasal değişimin moleküler yapılarını anlamada (makraskobik, sembolik, moleküler) multimedya öğretimin etkililiğini araştırmışlardır. de Vos ve Verdonk (1996) ise yaptıkları çalışmada; maddenin tanecikli yapısı konusunda fen bilimleri araştırmalarında doğru ve uygun olduğu düşünülen noktaları tartışmışlardır. Bununla birlikte yapılan çalışmalarda katılımcıların maddenin tanecikli yapısı ünitesine yönelik görüşleri/ anlamaları/ anlayışları; test (Özmen ve Kenan, 2007), açık uçlu soru (Boz, 2006; Tezcan ve Çelik, 2009) ve görüşme (Küçükönder ve diğ., 2005; Liu ve Lesniak, 2006; Nakhleh, Samarapungevan ve Sağlam, 2005) gibi teknikler kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Nakhleh ve Samarapungevan (1999) ise yaptıkları çalışmada 7-10 yaş çocuklarının maddenin tanecikli yapısına ilişkin fikirlerini gözlem, görüşme gibi nitel yöntemleri kullanarak araştırmışlardır. Anlaşılacağı üzere alan yazında; madde konusunda katılımcıların fikirlerini, anlamalarını, kavramalarını belirlemek için farklı teknikler kullanılarak yapılan çalışmalar yer almaktadır.

Mitchell ve Kellington (1982) İskoçya'da yaptıkları çalışmalarında fen derslerinde katılımcıların maddenin tanecikli yapısı ile ilgili öğrenme güçlüklerini belirlemişlerdir. Johnson (2000) yaptığı çalışmada öğrencilerin kimyasal değişimi anlama ve tanımlarını araştırmaktadır. Bununla birlikte Stavridou ve Solomonidou (1989) yaptıkları çalışmada öğrencilerin kimyasal değişim ile ilgili anlamalarını ve fiziksel ile kimyasal değişimi ayırt etme durumlarını incelemişlerdir. Krnel ve diğ., (1998) ise madde kavramının gelişimi üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. del Pozo (2001) yaptığı çalışmada; sınıf öğretmen adaylarının madde, element, bileşik, karışım, atom ve molekül kavramlarını ve kavramlar arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Ayas, Özmen ve Çalık (2010) çalışmalarında, ortaöğretim ve yükseköğretim seviyesindeki öğrencilerin maddenin tanecikli yapısına ilişkin anlama düzeylerini belirlemiş ve karşılaştırmalı bir çalışma yapmışlardır. Özmen ve diğ., (2002) yaptıkları çalışmada; öğretmen adaylarının kimya kavramlarını ne ölçüde anlamlı geliştirdiklerini belirlemişlerdir. Görüldüğü gibi alan yazında, maddenin tanecikli yapısı ünitesinin anlaşılabilirliği ve içerisinde yer alan konuların incelendiği çalışmalara rastlanmaktadır.

Alan yazın incelendiğinde; öğrencilerin madde konusuna yönelik görüşlerinin belirlendiği ve çizim yönteminin kullanıldığı bazı çalışmalara rastlanmaktadır. Çalık ve Ayas (2005) yaptıkları çalışmada, 8. sınıf öğrencileri ile fen ve teknoloji öğretmen adaylarının bazı kimya kavramları (çözelti, gaz ve kimyasal değişim) hakkındaki görüşlerini grup tartışması, açık uçlu sorular ve çizim kullanarak almışlardır. Adbo ve Taber (2009) ise çalışmalarında; öğrencilerin madde konusundaki zihinsel modellerini tanecik boyutunda incelemişler ve çizimlere dayanan görüşmeler kullanmışlardır. Nyachwaya, Mohamed, Roehrig, Wood, Kern ve Schneider (2011) yaptıkları çalışmada öğrencilerin maddenin tanecikli yapısına ilişkin anlamalarını açık uçlu çizim soruları ile tespit etmişlerdir. Sanger (2000) yaptığı çalışmada öğrencilerin saf madde ve karışım kavramlarını tanımlama ve geliştirme amacıyla partiküller çizimleri kullanmıştır. Anlaşılacağı üzere madde konusunda çizimlerin kullanıldığı bazı çalışmaların olduğu görülmektedir. Ancak ortaokul öğrencilerinin madde konusuna yönelik fikirlerinin çizimleri yardımıyla alındığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca yapılan çalışmalarda madde konusunda kavram yanlışlarının tespitine yönelik yeterli sayıda çalışma olmadığı ifade edilebilir. Bu bağlamda yapılan çalışmanın alan yazın açısından önemli olacağı düşünülmektedir. Ayrıca yapılan çalışmada; madde konusunda öğrenci fikirlerinin belirlenmesinde çizim yönteminin kullanımına ilişkin bilgi ve örnekler verildiğinden, alan yazına katkı sağlayacağı söylenebilir.

Araştırmanın Amacı:

Çalışmada; ortaokul 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin madde konusuna yönelik fikirlerinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda çalışmanın alt amaçları:

- Ortaokul öğrencilerinin madde konusundaki yönelik anlama düzeylerini belirlemek,

- Öğrenci fikirlerini belirlemede çizimlerin kullanılış biçimini açıklamak,
- Ortaokul öğrencilerinin madde konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını tespit etmek şeklinde belirlenmiştir.

YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde; araştırma deseni, çalışma grubu, veri toplama aracı ve verilerin analizi kısımlarına yer verilmiştir.

Araştırma Deseni

İlköğretim öğrencilerinin madde konusuna yönelik fikirlerinin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada; nicel araştırma modellerinden tarama yöntemi kullanılmıştır. Tarama yöntemi; istatistiksel olarak kısa sürede birçok insandan verinin toplandığı araştırma modelidir (McNeill ve Chapman, 2005). Başka bir ifadeyle tarama modeli, geçmişte ya da halen var olan bir durumu var olduğu şekli ile betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımıdır (Karasar, 2006). Bu çalışmada ortaokul öğrencilerinin madde konusuna ilişkin fikirlerinin, kendi koşulları içinde betimlenmesi amaçlandığından tarama modelinin kullanılması uygun bulunmuştur.

Çalışma Grubu

Söz konusu çalışma; ortaokul 6. ve 7. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunu ise, Bilecik ili Pazaryeri ilçesinde yer alan bir ortaokuldaki öğrenciler oluşturmaktadır. Çalışma ortaokul altıncı sınıf “maddenin tanecikli yapısı” ünitesinin içeriğine paralel olarak gerçekleştirildiğinden, çalışmaya ortaokul 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin katılması uygun görülmüştür. Çalışmaya 16 altıncı, 22 yedinci olmak üzere toplam 38 ortaokul öğrencisi katılmıştır. Ayrıca çalışmada yer alan öğrencilerin 15’i kız ve 23’ü erkek bireylerden oluşmaktadır.

Veri Toplama Aracı

Çalışmada veri toplama aracı olarak, madde konusuna yönelik geliştirilen çizim testi kullanılmıştır. Çizim testi 6. sınıf maddenin tanecikli yapısı ünitesinin içeriğine paralel olarak geliştirilmiştir. Bu amaçla öncelikle ortaokul altıncı sınıf programı incelenmiştir. Bununla birlikte alan yazında yer alan; madde konusundaki ve çizim yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalar taranmıştır. Program ve yapılan çalışmalar göz önüne alınarak, madde konusuna yönelik beş soru içeren çizim testi oluşturulmuştur. Çizim testi uzman görüşüne sunulması amacıyla; iki fen öğreticisi, bir çizim yöntemi konusunda çalışan öğretim elemanı ile iki fen ve teknoloji öğretmenine değerlendirmek amacıyla verilmiştir. Uzmanlardan gelen dönütlere paralel olarak, bir soru testten çıkarılmış ve diğer dört soruda gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Çıkarılan sorunun içeriğine bakıldığında; öğrenci seviyesine uygun olmadığı ve programın içeriğinden daha ayrıntılı bilgi içerdiğine karar verilmiş, çıkarılması uygun bulunmuştur. Bu bağlamda madde konusuna yönelik çizim testinin, uzman görüşleriyle geçerliliğin sağlandığı düşünülmektedir. Dört sorudan oluşan çizim testinin ilk sorusu, atom ve hücre modellerinin çizimi, bunların arasındaki ilişkinin gösterimi üzerinedir. İkinci soruda ise öğrencilerden; katı-sıvı-gaz halindeki maddelerin tanecik yapılarının çizimleri, sıkışma-hareket özelliklerinin belirtilerek göstermeleri istenmiştir. Üçüncü soruya baktığımızda öğrencilerin; atom-bileşik-karışımdan oluşan bazı maddelerin tanecik yapılarının göstermeleri beklenirken, dördüncü soruda ise fiziksel-kimyasal değişimi belirlemeleri ve bunların tanecik yapılarını çizmeleri istenmektedir. Oluşturulan çizim testi tüm öğrencilere aynı gün içerisinde uygulanmış ve öğrencilere testi cevaplamak için 30 dakika süre verilmiştir.

Verilerin Analizi

Yapılan çalışmada; çizim soruları araştırmacılar tarafından geliştirilen rubrik (puanlama anahtarı) tarafından analiz edilmiştir. Rubrik (puanlama anahtarı) geliştirilirken, alan yazında yer alan çalışmalar incelenmiş ve çizim soruların içeriğine paralel olarak beş seviyeden oluşan rubrik (puanlama anahtarı) geliştirilmiştir. Çizim sorularının analizinde kullanılan rubrik (puanlama anahtarı) Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo1. Çizim sorularının analizinde kullanılan rubrik (puanlama anahtarı)

Seviye Düzeyi	Açıklama
Seviye 5	İki boyutun uygun olarak çizilmesi/ ifade edilmesi
Seviye 4	Bir boyutun çizilip/ ifade edilip, diğer boyutun kısmen çizilmesi/ ifade edilmesi veya yanlış çizilmesi/ ifade edilmesi
Seviye 3	İki boyutun kısmen çizilmesi/ ifade edilmesi veya kavram yanlışlığı içermesi
Seviye 2	İki boyutunda yanlış çizilmesi/ ifade edilmesi, ancak konuya ilişkin bilgi içermesi
Seviye 1	Boş cevap, ilgisiz çizim veya tamamen yanlış çizimler

Tablo 1’de görüldüğü gibi rubrik (puanlama anahtarı) beş seviyen oluşmaktadır. Rubriği (puanlama anahtarını) oluşturan beş seviyenin ne anlama geldiği tabloda yer alan açıklama kısmında ifade edilmiştir. Çalışmada bulunan çizim soruları iki boyuttan (birbiri ile ilişkili iki çizim veya çizim ile açıklamanın birlikte istenmesi) olduğundan açıklama kısımları bu duruma paralel olarak yazılmıştır. Seviye 5’te yer alan çizim en yüksek düzeyde iken, seviye 1’e doğru bu durum azalmakta, seviye 1’de ise boş cevap, ilgisiz çizim veya tamamen yanlış çizimler yer almaktadır. Dört çizim sorusu oluşturulan rubriğe (puanlama anahtarına) göre analiz edilmiş ve her soru için rubrik (puanlama anahtarı) soruya uygun olarak yeniden düzenlenmiştir. Öğrencilerin madde konusuna yönelik anlama düzeylerine ve her bir sorunun analizine ilişkin örneklerle bulgular kısmında yer verilmiştir. Öğrencilerin anlama düzeyleri, her soru için ayrı ayrı analiz edilmiş ve rubriğe (puanlama anahtarına) uygun olarak beş seviye şeklinde gösterilmiştir. Ayrıca öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlıkları tespit edilerek bulgular kısmında gösterilmiştir. Kavram yanlışlıkları tespit edilirken, alan yazında yapılan çalışmalarda yer alan kavram yanlışlıkları incelenmiş ve öğrencilerin yanlış çizim-açıklamaları incelenmiştir. Bunlar arasından köklü ve derin yanlışlar kavram yanlışlığı olarak ifade edilmiştir.

BULGULAR ve YORUM

Çalışmanın bu bölümünde; öğrencilerin madde konusuna yönelik anlama düzeylerine ve öğrencilerin madde konusunda sahip oldukları kavram yanlışlıklarına ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Öğrencilerin madde konusuna ilişkin anlama düzeyleri ve sahip oldukları kavram yanlışlıkları soru bazında incelenmiş ve bulgularda bu şekilde gösterilmiştir.

İlköğretim Öğrencilerin Birinci Soruya Yönelik Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanlışlıklarına İlişkin Bulgular

Bu kısımda; ortaokul altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerinin madde konusundaki birinci soruya yönelik anlama düzeyleri ve kavram yanlışlıklarına yer verilmiştir. Çizim testinin ilk sorusu olan atom-hücre modelinin çizimi ve arasındaki ilişkinin gösterimi sorusunda kullanılan rubrik (puanlama anahtarı) Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2. Hücre-atom modeli çizimleri ve arasındaki ilişkin gösterimi sorusunda kullanılan rubrik (puanlama anahtarı)

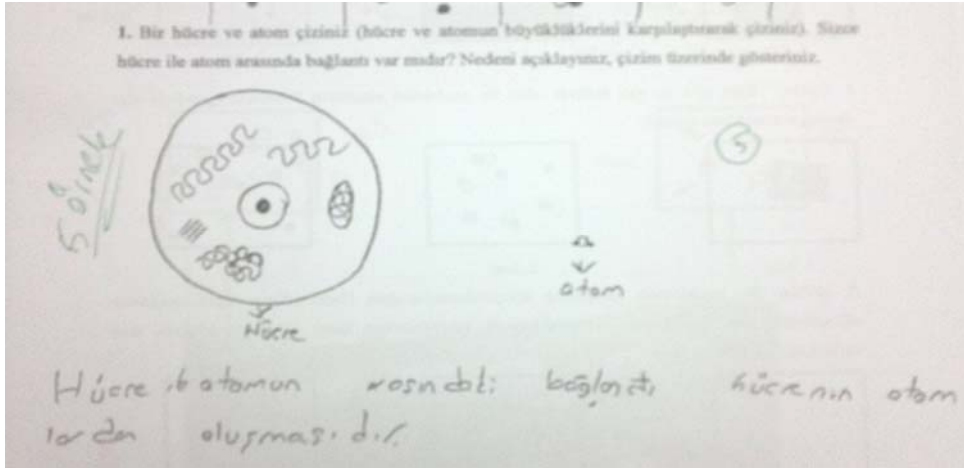
Seviye Düzeyi	Açıklama
Seviye 5	Hücre - atomun uygun boyutlarda ve şekilde çizilmesi, aralarındaki ilişkinin tam olarak ifade edilmesi
Seviye 4	Hücre - atomun uygun boyutlarda ve şekilde çizilmesi, aralarındaki ilişkinin kısmen veya yanlış ifade edilmesi Hücre - atomun uygun boyutlarda ve şekilde kısmen çizilmesi, aralarındaki ilişkinin tam olarak ifade edilmesi
Seviye 3	Hücre - atomun uygun boyutlarda ve şekilde kısmen çizilmesi, aralarındaki ilişkinin kısmen veya yanlış ifade edilmesi Kavram yanlışlığı içeren çizim ve açıklama yapılması
Seviye 2	Hücre - atomun uygun boyutlarda ve şekilde çizilmemesi, aralarındaki ilişkinin yanlış ifade edilmesi, ancak konuya ilişkin bilgi içermesi
Seviye 1	Boş cevap, ilgisiz çizim veya tamamen yanlış çizim

Tablo 2’de görüldüğü gibi, beş seviyeden oluşan rubrik (puanlama anahtarı) hücre-atom modeli sorusuna uygun olarak yeniden yapılandırılmıştır. Ana rubrikte (puanlama anahtarında) seviye 5’te iki boyutun uygun olarak çizilmesi/ ifade edilmesi istenmiştir. Buna paralel olarak çizim testinin birinci sorusunda hücre-atom modelinin tam olarak çizilmesi ve aralarındaki ilişkinin gösterilmesi istenmiştir. Her seviye için benzer durum tekrarlanmış ve rubrik (puanlama anahtarı) birinci soru için uygun hale getirilmiştir. Öğrencilerin hücre-atom modeli çizimleri ve arasındaki ilişkiye yönelik anlama düzeylerine ilişkin bulgular Tablo 3’te verildiği gibidir.

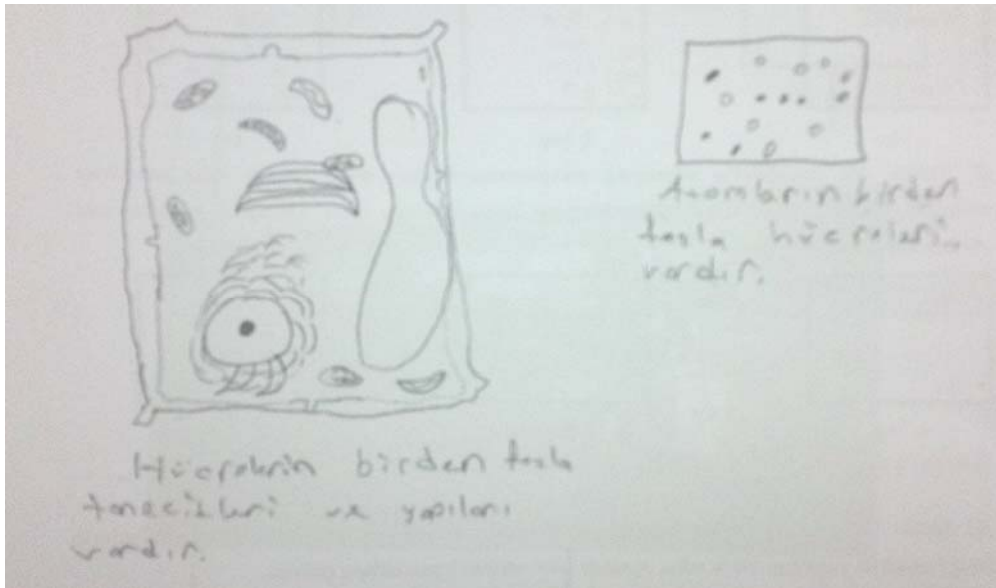
Tablo 3. Öğrencilerin hücre-atom modeli çizimleri ve arasındaki ilişkiye yönelik anlama düzeylerine ilişkin bulgular

Soru 1	Seviye 5		Seviye 4		Seviye 3		Seviye 2		Seviye 1		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
	7	18.4	9	23.7	16	42.1	4	10.5	2	5.3	38	100

Tablo 3’te görüldüğü gibi madde-atom modeli çizimlerine ilişkin soruda; seviye 5’te yedi öğrenci bulunurken, seviye 4’te dokuz öğrenci yer almaktadır. Bununla birlikte öğrencilerin 16’sı seviye 3’te yer almaktadır. Ayrıca dört öğrenci seviye 2’de iken, iki öğrencinin de seviye 1’de olduğu görülmektedir. Bu bağlamda bu soruya verilen cevaplar göz önüne alındığında, öğrencilerin genel olarak orta ve üst seviyelerde oldukları ifade edilebilir. Öğrencilerin birinci soruya verdikleri cevaplardan örneklere Şekil 1 ve Şekil 2’de yer verilmiştir.



Şekil 1. Öğrenci (6. sınıf) cevabı örneği 1



Şekil 2. Öğrenci (6. sınıf) cevabı örneği 2

Şekil 1 ve 2’de hücre-atom modeli çizimleri ve aralarındaki ilişkinin gösterimine ilişkin iki örneğe yer verilmiştir. Şekil 1’de öğrencinin hücre ve atom modelini çizdiği görülmektedir. Çizimler incelendiğinde; bazı ayrıntılar unutulsa da hücre ile atom modelinin doğru ve büyüklükleri bakımından uygun çizildiği ifade edilebilir. Ayrıca atom ve hücre arasındaki ilişki öğrenci tarafından çizimlerin alt kısmında açıklanmıştır. Buna paralel olarak; öğrencinin hücre ile atomu uygun boyutlarda ve şekilde çizdiği, aralarındaki ilişkiyi tam olarak ifade ettiği sonucuna ulaşılmış ve Seviye 5’te yer alması uygun bulunmuştur. Şekil 2 incelendiğinde ise; öğrencinin hücre modelini doğru, ancak atom modelini kısmen doğru çizdiği görülmektedir. Bununla birlikte açıklamalar incelendiğinde; öğrencinin konuya ilişkin bir yanlış anlamasının veya kavram yanlışlığının olduğu söylenebilir. Buradan da anlaşıldığı gibi, öğrenci hücre-atom modelini kısmen doğru çizmiş, ancak aralarındaki ilişkiyi yanlış ifade etmiştir. Bu duruma paralel olarak, öğrencinin Seviye 3’te yer alması uygun görülmüştür. Öğrencilerin hücre-atom modeli çizimleri ve arasındaki ilişki konusunda sahip oldukları kavram yanlışları Tablo 4’te yer almaktadır.

Tablo 4. Öğrencilerin hücre-atom modeli çizimleri ve arasındaki ilişki konusunda sahip oldukları kavram yanlışları

Kavram Yanılgısı	f	%
Atom ile hücre arasında herhangi bir ilişki yoktur.	4	10.5
Atom hücreden oluşur.	2	5.3
Atomun birden fazla hücresi vardır.	1	2.6
Atom ve hücre, iki farklı şeyin küçük yapılarıdır.	1	2.6

Tablo 4’te görüldüğü üzere, dört öğrenci atom ile hücre arasında herhangi bir ilişkinin bulunmadığını düşünmektedir. Bunun yanı sıra iki öğrencinin sahip olduğu yanlış anlama ya da bilgi eksikliği ise, atomun hücreden oluştuğudur. Birer öğrenci ise, atomun birden fazla hücresi ve atomun-hücrenin iki farklı şeyin küçük yapıları olduğunu zannetmektedirler.

İlköğretim Öğrencilerin İkinci Soruya Yönelik Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanılgılarına İlişkin Bulgular

İlköğretim altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerinin madde konusundaki ikinci soruya yönelik anlama düzeyleri ve kavram yanlışlarına yer verilmiştir. Çizim testinin ikinci sorusu olan katı-sıvı-gaz halindeki maddelerin tanecik yapılarının çizimleri, taneciklerin sıkışma-hareket özelliklerinin belirtilerek gösterimi sorusunda kullanılan rubrik (puanlama anahtarı) Tablo 5’te verilmektedir.

Tablo 5. Katı-sıvı-gaz halindeki maddelerin tanecik yapılarının çizimleri, taneciklerin sıkışma-hareket özelliklerinin belirtilerek gösterimi sorusunda kullanılan rubrik (puanlama anahtarı)

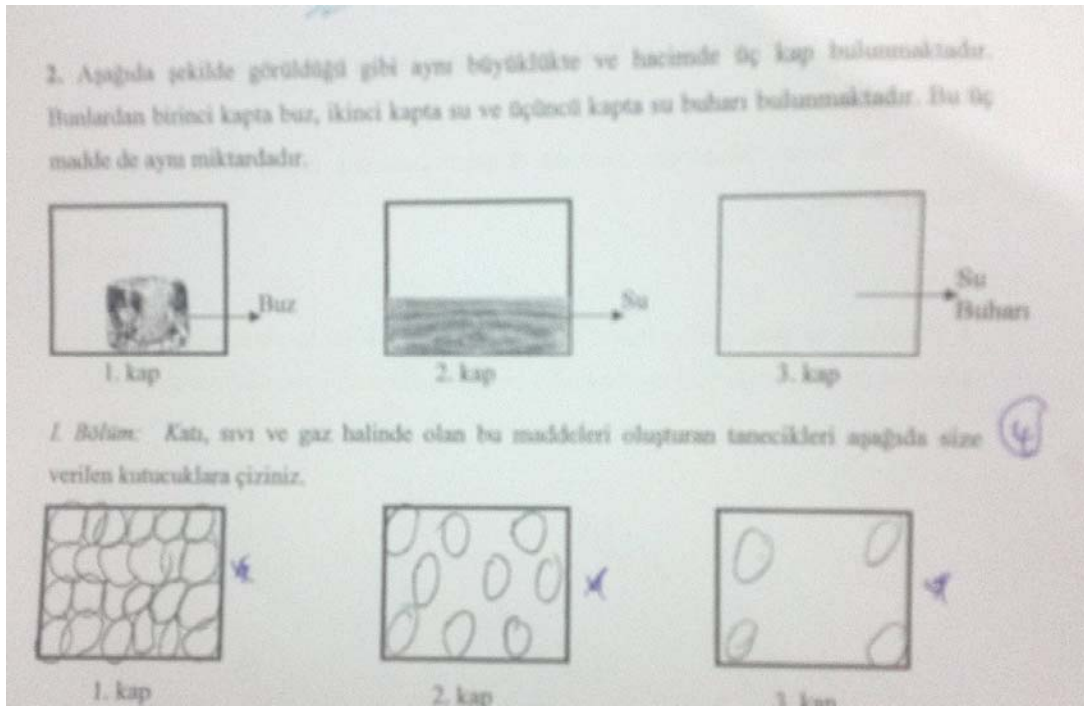
Seviye Düzeyi	Açıklama (Sorunun ilk kısmı için)	Açıklama (Sorunun ikinci ve üçüncü kısmı için)
Seviye 5	Tanecik sayısı ve şeklinin uygun çizilmesi	Açıklamanın doğru yapılması ve taneciklerin uygun şekilde çizilmesi
Seviye 4	Tanecik sayısının uygun çizilmesi, şeklinin kısmen veya yanlış çizilmesi Tanecik şeklinin uygun çizilmesi, sayısının kısmen veya yanlış çizilmesi	Açıklamanın doğru yapılması, ancak taneciklerin kısmen veya yanlış çizilmesi Açıklamanın yanlış yapılması ve taneciklerin uygun şekilde çizilmesi
Seviye 3	Tanecik sayısının ve şeklinin kısmen uygun çizilmesi Kavram yanlışlığı içeren çizimin yapılması	Açıklamanın kısmen doğru yapılması ve taneciklerin kısmen uygun çizilmesi Kavram yanlışlığı içeren çizimin yapılması
Seviye 2	İki boyutunda yanlış ifade edilmesi, ancak konuya ilişkin bilgi içermesi	Açıklamanın yanlış yapılması ve taneciklerin yanlış çizilmesi, ancak konuya ilişkin bilgi içermesi
Seviye 1	Boş cevap, ilgisiz çizim veya tamamen yanlış çizimler	Boş cevap, ilgisiz çizim veya tamamen yanlış çizimler

Tablo 5 incelendiğinde; beş seviyeden oluşan rubriğin (puanlama anahtarının) tekrardan yapılandırıldığı görülmektedir. İkinci soru üç alt kısımdan oluştuğundan; rubriğin (puanlama anahtarının) da iki kısımdan oluşması uygun görülmüştür. Sorunun ilk kısmı olan katı-sıvı-gaz halindeki maddelerin tanecik yapılarının çizimleri için ayrı, ikinci ve üçüncü kısmı olan taneciklerin sıkışma-hareket özelliklerinin belirtilerek gösterimi için ayrı açıklama kısımları oluşturulmuştur. Öğrencilerin katı-sıvı-gaz halindeki maddelerin tanecik yapılarının çizimleri, taneciklerin sıkışma-hareket özelliklerinin belirtilerek gösterimi sorusuna yönelik anlama düzeylerine ilişkin bulgular Tablo 6'da gösterildiği gibidir.

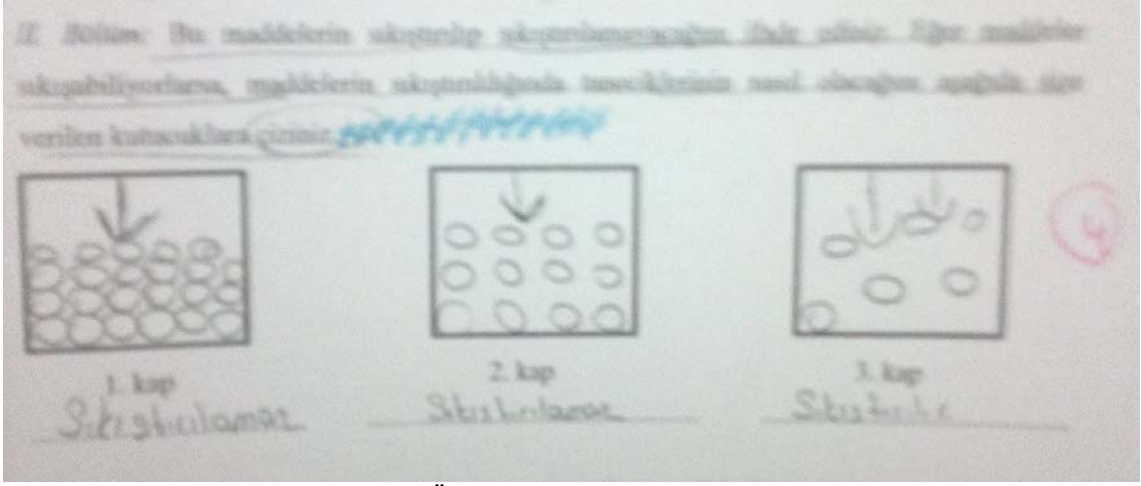
Tablo 6. Öğrencilerin katı-sıvı-gaz halindeki maddelerin tanecik yapılarının çizimleri, taneciklerin sıkışma-hareket özelliklerinin belirtilerek gösterimi sorusuna yönelik anlama düzeylerine ilişkin bulgular

	Seviye 5		Seviye 4		Seviye 3		Seviye 2		Seviye 1		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Soru 2/a	4	10.5	19	50.0	6	15.8	6	15.8	3	7.9	38	100
Soru 2/b	7	18.4	10	26.3	6	15.8	9	23.7	6	15.8	38	100
Soru 2/c	0	0	5	13.2	13	34.2	4	10.5	16	42.1	38	100

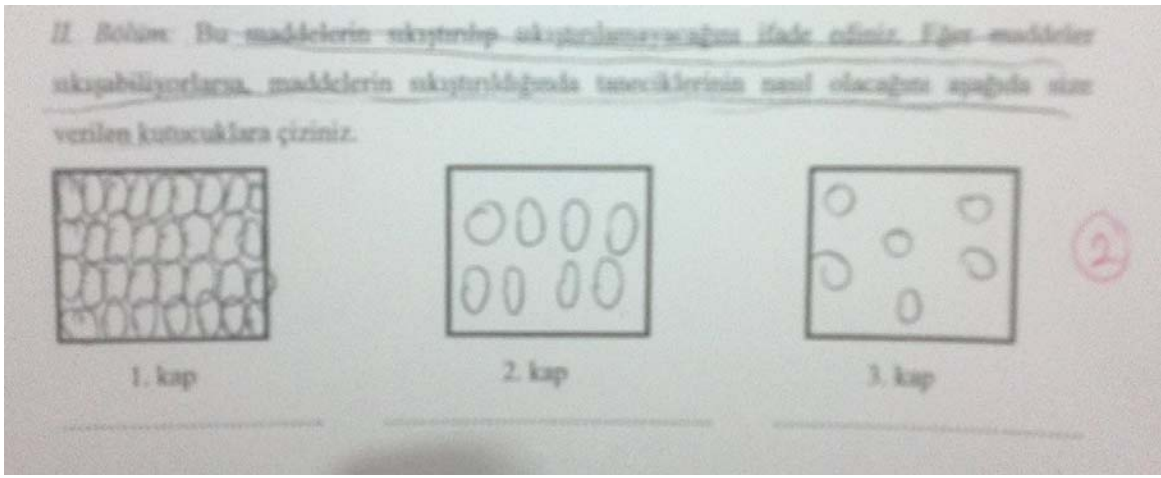
Tablo 6'ya bakıldığında; öğrencilerin, sorunun ilk kısmı olan katı-sıvı-gaz halindeki maddelerin tanecik yapılarının çizimlerinde genel olarak yüksek seviyelerde oldukları söylenebilir. Dört öğrenci seviye 5'te, 19 öğrenci seviye 4'te, altışar öğrenci seviye 3 ve 2'de, üç öğrenci ise seviye 1'de yer almaktadır. Sorunun ikinci kısmında öğrencilerden katı-sıvı-gaz maddelerin sıkışma özelliğine sahip olup olmadıkları sorulmuş ve bu durumları tanecik boyutunda çizerek göstermeleri istenmiştir. Elde edilen verilere göre; yedi öğrencinin seviye 5'te, 10 öğrencinin seviye 4'te, altı öğrencinin seviye 3'te, dokuz öğrencinin seviye 2'de ve altı öğrencinin ise seviye 1'de olduğu tespit edilmiştir. Bu soruda öğrencilerin, bir dağılım sergilediği ve her seviyede benzer sayıda öğrencinin olduğu söylenebilir. Sorunun üçüncü ve son kısmında; katı-sıvı-gaz maddelerin hareket özellikleri ve bunların tanecik boyutunda çizimi sorulmuştur. Öğrencilerin sorunun bu kısmında sorun yaşadıkları ve düşük seviyelerde yer aldıkları görülmektedir. Seviye 5'te hiç öğrenci yer almazken, seviye 4'te ise sadece beş öğrenci bulunmaktadır. Seviye 3'te 13 öğrenci, seviye 2'de dört, seviye 1'de ise 16 öğrencinin yer aldığı belirlenmiştir. Öğrencilerin ikinci soruya verdikleri cevaplardan bazı örnekler Şekil 3-4-5-6'da yer almaktadır.



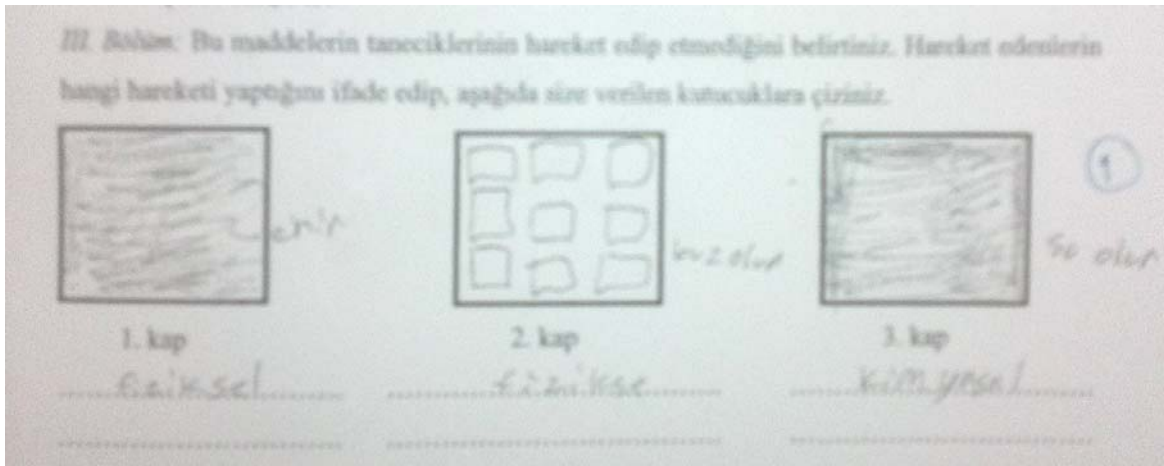
Şekil 3. Öğrenci (7. sınıf) cevabı örneği 3



Şekil 4. Öğrenci (7. sınıf) cevabı örneği 4



Şekil 5. Öğrenci (7. sınıf) cevabı örneği 5



Şekil 6. Öğrenci (7. sınıf) cevabı örneği 6

Şekil 3 incelendiğinde; öğrencinin katı-sıvı-gaz maddelerin tanecik yapılarını çizdiği görülmektedir. Çizimde taneciklerin şekillerinin uygun olduğu, buna karşın tanecik sayılarının yanlış çizildiği söylenebilir. Soru köküne bakıldığında maddelerin aynı miktarda olduğu ifade edilmekte, buna paralel olarak öğrencilerden katı-sıvı-gaz maddeler için eşit tanecik sayısı çizmeleri beklenmektedir. Ancak öğrencinin bu soruda; bu duruma uygun olarak çizim yapmadığından seviye 4'te yer almasına karar verilmiştir. Şekil 4 incelendiğinde; katı-sıvı-gaz maddelerin sıkıştırma durumlarının doğru bir şekilde ifade edildiği görülmektedir. Ancak çizimin kısmen yanlış olarak

gösterildiği söylenebilir. Öğrenci madde taneciklerinin sıkışmasıyla ilgili bir gösterimde bulunmasına rağmen, sıkışma sonucunda taneciklerde nasıl bir değişimin meydana geldiğini tam olarak çizememiştir. Bu duruma paralel olarak öğrenci seviye 4'te yer almaktadır. Şekil 5'te ise; öğrencilerin maddenin sıkışma durumlarına ilişkin bir açıklamada bulunmadığı, ayrıca çizimlerinin doğru olmadığı görülmektedir. Ancak çizimlerin konuyla bağlantılı olduğu da görülmektedir. Bu bağlamda; soruya ilişkin açıklamayı ve tanecik çizimlerini yanlış yapmasına rağmen çiziminin konuyla ilişkili bilgi içermesinden dolayı, öğrencinin seviye 2'de yer alması uygun görülmüştür. Sorunun son kısmında, öğrencilerden maddenin taneciklerinin hareketleri hakkında bilgi vermesi ve bunları çizimle göstermesi istenmektedir. Ancak Şekil 6'ya baktığımızda öğrencinin ilgisiz ve tamamen yanlış bir çizim yaptığı görülmektedir. Bu durumda öğrencinin seviye 1'de yer alması gerektiği düşünülmektedir. Öğrencilerin katı-sıvı-gaz halindeki maddelerin tanecik yapılarının çizimleri, taneciklerin sıkışma-hareket özelliklerinin belirtilerek gösterimi konusunda sahip oldukları kavram yanlışları Tablo 7'de verilmektedir.

Tablo 7. Öğrencilerin katı-sıvı-gaz halindeki maddelerin tanecik yapılarının çizimleri, taneciklerinin sıkışma-hareket özelliklerinin belirtilerek gösterimi konusunda sahip oldukları kavram yanlışları

Kavram Yanılgısı	f	%
Aynı miktardaki farklı hallerdeki maddelerin tanecik sayıları farklıdır.	22	57.9
Sadece sıvı ve gaz maddelerin tanecikleri hareket eder.	10	26.3
Katı maddelerin tanecikleri hareket edemez.	9	23.7
Katı maddelerin tanecikleri sıkıştırılmış haldedir.	2	5.3
Gaz maddelerin tanecikleri hareket edemez.	2	5.3

Tablo 7'de görüldüğü üzere, ortaokul öğrencilerinin büyük bir kısmı (f=22) aynı miktardaki farklı hallerdeki maddelerin tanecik sayıları farklı olduğunu düşünmektedirler. Bunun yanı sıra 10 öğrenci sadece sıvı ve gaz maddelerin tanecikleri hareket edeceğini belirtirken, dokuz öğrenci de katı maddelerin taneciklerinin hareket etmeyeceğini ifade etmiştir. Bu konuda bir diğer yanlış olan, katı maddelerin taneciklerinin sıkıştırılmış halde olduğu ise, iki öğrenci tarafından ifade edilmiştir. Ayrıca iki öğrenci de gaz maddelerin taneciklerinin hareket etmeyeceğini düşünmektedirler.

İlköğretim Öğrencilerin Üçüncü Soruya Yönelik Anlama Düzeylerine İlişkin Bulgular

Bu kısımda; ortaokul öğrencilerinin madde konusundaki üçüncü soruya yönelik anlama düzeylerine yer verilmiştir. Çizim testinin üçüncü sorusunda öğrencilerden, atom-bileşik-karışımdan oluşan bazı maddelerin tanecik yapılarını göstermeleri beklenmektedir. Bu soruda kullanılan rubrik (puanlama anahtarı) Tablo 8'de görüldüğü gibidir.

Tablo 8. Atom-bileşik-karışımdan oluşan maddelerin tanecik yapılarının çizimi sorusunda kullanılan rubrik (puanlama anahtarı)

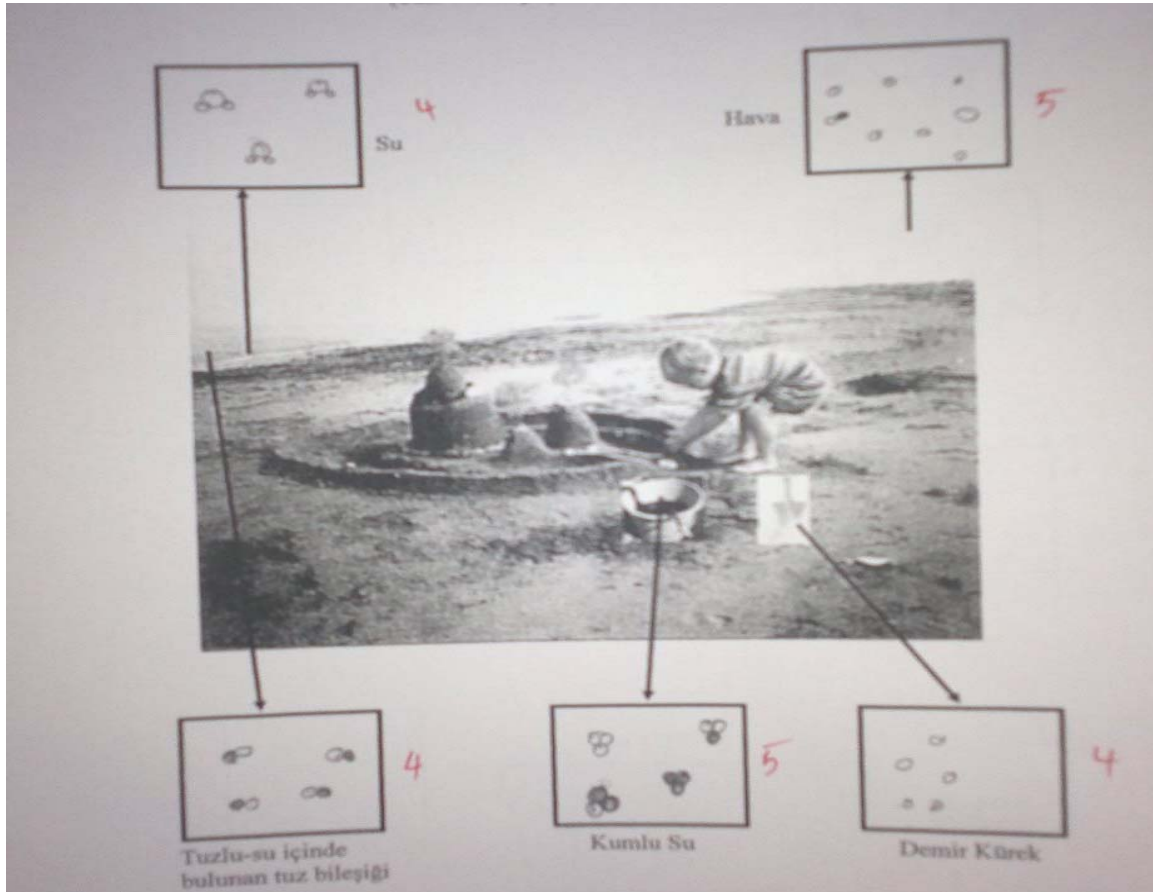
Seviye Düzeyi	Açıklama
Seviye 5	Taneciklerin madde cinsine uygun çizilmesi
Seviye 4	Taneciklerin uygun şekilde çizilmesi, ancak madde cinsine uygun çizilmemesi
Seviye 3	Taneciklerin ve madde cinsinin kısmen uygun çizilmesi Kavram yanılgısı içeren çizimin yapılması
Seviye 2	Taneciklerin ve madde cinsinin yanlış çizilmesi, ancak konuya ilişkin bilgi içermesi
Seviye 1	Boş cevap, ilgisiz çizim veya tamamen yanlış çizimler

Tablo 8'e bakıldığında; rubriğin (puanlama anahtarının) atom-bileşik-karışım sorusu için yeniden yapılandırıldığı görülmektedir. Rubrikte (puanlama anahtarında) seviye 5'te öğrencilerden taneciklerin madde cinsine uygun olarak çizmesi beklenirken, seviye 1'de boş cevap-ilgisiz çizim-tamamen yanlış çizimler içermesi beklenmektedir. Buna paralel olarak diğer seviyeler de ana rubriğe (puanlama anahtarına) göre yeniden yapılandırılmıştır. Öğrencilerin atom-bileşik-karışımdan oluşan maddelerin tanecik yapılarını çizimi sorusuna yönelik anlama düzeylerine ilişkin bulgular Tablo 9'da verilmektedir.

Tablo 9. Öğrencilerin atom-bileşik-karışımdan oluşan maddelerin tanecik yapılarının çizimi sorusuna yönelik anlama düzeylerine ilişkin bulgular

	Seviye 5		Seviye 4		Seviye 3		Seviye 2		Seviye 1		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Soru 3 (atom)	5	13.2	13	34.2	8	21.1	8	21.1	4	10.5	38	100
Soru 3 (bileşik)	6	15.8	13	34.2	9	23.7	7	18.4	3	7.9	38	100
Soru 3 (karışım)	13	34.2	6	15.8	8	21.1	8	21.1	3	7.9	38	100

Tablo 9 incelendiğinde; atomdan oluşan maddenin taneciklerinin çiziminde beş öğrencinin seviye 5'te, 13 öğrencinin seviye 4'te, sekizer öğrencinin seviye 3 ve 2'de, dört öğrencinin ise seviye 1'de yer aldığı görülmektedir. Bileşikten oluşan maddelerin tanecik yapılarının çiziminde ise; altı öğrencinin seviye 5'te, 13 öğrencinin seviye 4'te, dokuz öğrencinin seviye 3'te, yedi öğrencinin seviye 2'de ve üç öğrencinin de seviye 1'de olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte karışıma yönelik çizimlere bakıldığında; 13 öğrenci seviye 5'te, altı öğrenci seviye 4'te, sekizer öğrenci seviye 3 ve 2'de, üç öğrenci ise seviye 1'de yer almaktadır. Bu bağlamda öğrencilerin atom ve bileşiklerin tanecik çizimlerinde benzer ve yüksek seviyelerde oldukları söylenebilir. Ayrıca ortaokul öğrencilerinin; karışımdan oluşan maddelerin tanecik çizimlerinde ise daha yüksek bir performans gösterdikleri ve genel olarak seviye 5'te yer aldıkları ifade edilebilir. Öğrencilerin üçüncü soruya verdikleri cevaplardan birine Şekil 7'de yer verilmektedir.



Şekil 7. Öğrenci (6. sınıf) cevabı örneği 7

Şekil 7'de görüldüğü gibi, öğrenci çizimlerinin seviye 4 ve 5'te yer almaktadır. Demir kürek atomdan oluşmaktadır ve öğrenciden beklenen atom çizmesidir. Öğrencinin yuvarlak yapı ve tek cins atom çizdiği görülmektedir. Bu bağlamda öğrenci; taneciklerle ilgili doğru bir çizim yapmasına rağmen demir küreğin katı bir madde olmasını ihmal ederek madde cinsine uygun bir çizim yapmadığından, öğrencinin seviye 4'te yer alması uygun bulunmuştur. Soruya baktığımızda; su ve tuzun bileşik olduğu görülmektedir. Öğrencinin bu çizimlerde de seviye 4'te yer aldığı söylenebilir.

Benzer olarak bu çizimlerde de, tanecikler açısından doğru bir çizimin yapılmasına rağmen, madde cinsine uygun çizimlerin yer almadığı söylenebilir. Son olarak karışıma ilişkin çizimler incelendiğinde; öğrencinin seviye 5'te yer aldığı anlaşılmaktadır. Öğrenci; hem taneciklerini doğru bir şekilde göstermiş, hem de kısmi olarak madde cinsine uygun çizimler yapmıştır. Yapılan bu çalışmada; öğrencilerin atom-bileşik-karışımdan oluşan maddelerin tanecik yapıları konusunda kavram yanlışlarının olmadığı tespit edilmiştir.

İlköğretim Öğrencilerin Dördüncü Soruya Yönelik Anlama Düzeylerine İlişkin Bulgular

Bu kısımda; ortaokul altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerinin madde konusundaki dördüncü soruya yönelik anlama düzeylerine yer verilmiştir. Çizim testinin son sorusu olan, fiziksel-kimyasal değişimi belirleme ve bunların tanecik yapılarını çizme sorusunda kullanılan rubrik (puanlama anahtarı) Tablo 10'da verilmektedir.

Tablo 10. Fiziksel-kimyasal değişimi belirleme ve bunların tanecik yapılarını çizme sorusunda kullanılan rubrik (puanlama anahtarı)

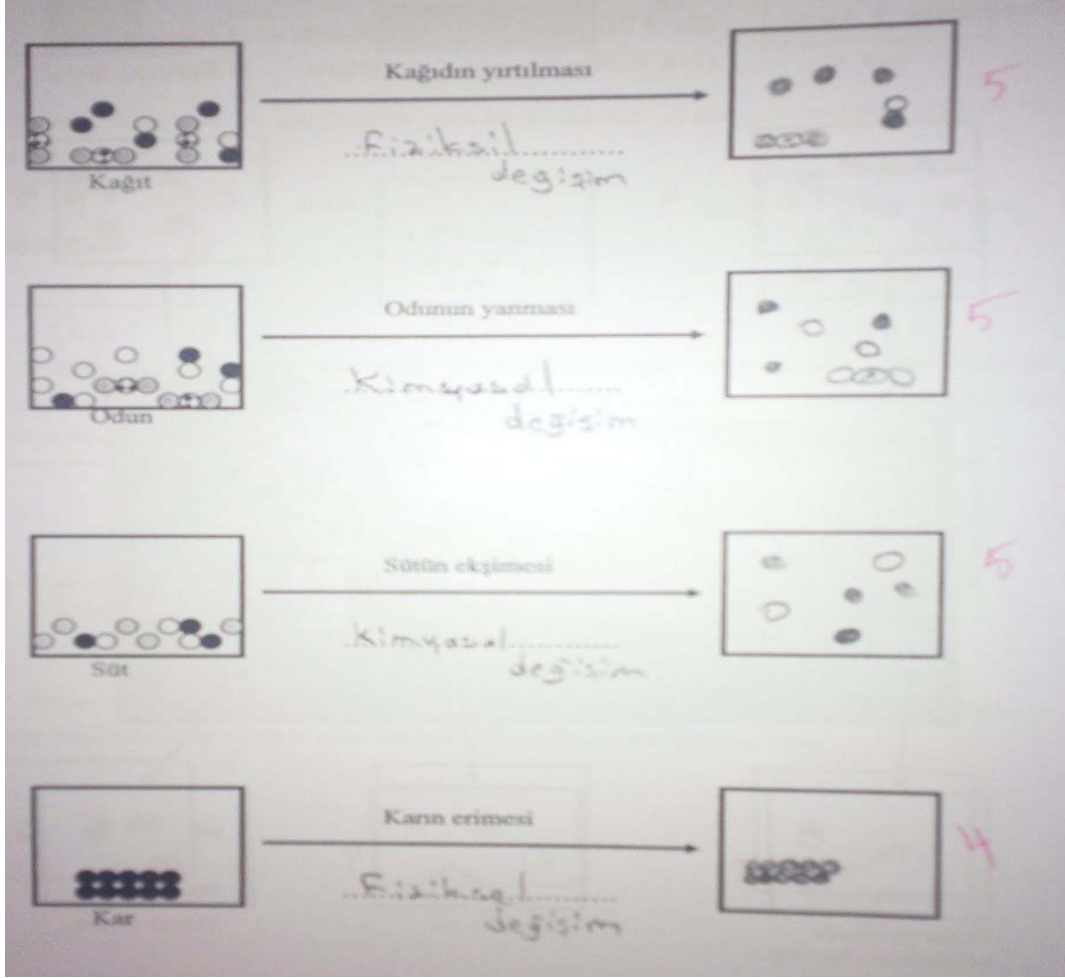
Seviye Düzeyi	Açıklama
Seviye 5	Açıklamanın doğru yapılması ve taneciklerin uygun şekilde çizilmesi
Seviye 4	Açıklamanın doğru yapılması, ancak taneciklerin kısmen çizilmesi Açıklamanın yanlış yapılması ve taneciklerin uygun şekilde çizilmesi
Seviye 3	Açıklamanın doğru yapılması ve taneciklerin yanlış çizilmesi Kavram yanlışlığı içeren çizimin yapılması
Seviye 2	Açıklamanın yanlış yapılması ve taneciklerin yanlış çizilmesi, ancak konuya ilişkin bilgi içermesi
Seviye 1	Boş cevap, ilgisiz çizim veya tamamen yanlış çizimler

Tablo 10'da görüldüğü üzere, beş seviyeden oluşan rubrik (puanlama anahtarı) fiziksel-kimyasal değişim sorusuna uygun olarak yeniden yapılandırılmıştır. Ana rubrikte (puanlama anahtarında) seviye 5'te iki boyutun uygun olarak çizilmesi/ ifade edilmesi istenmiştir. Buna paralel olarak çizim testinin son sorusunda öğrencilerden fiziksel-kimyasal değişime ilişkin açıklamayı doğru yapmaları ve tanecikleri uygun çizmeleri beklenmektedir. Her seviye için benzer durum tekrarlanmış ve rubrik (puanlama anahtarı) son soru için yeniden yapılandırılmıştır. Öğrencilerin fiziksel-kimyasal değişimi belirleme ve bunların tanecik yapılarının çizimi sorusuna yönelik anlama düzeylerine ilişkin bulgular Tablo 11'de yer aldığı gibidir.

Tablo 11. Öğrencilerin fiziksel-kimyasal değişimi belirleme ve bunların tanecik yapılarının çizimi sorusuna yönelik anlama düzeylerine ilişkin bulgular

	Seviye 5		Seviye 4		Seviye 3		Seviye 2		Seviye 1		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Soru 4 (fiziksel değişim)	9	23.7	14	36.8	6	15.8	7	18.4	2	5.3	38	100
Soru 4 (kimyasal değişim)	9	23.7	2	5.3	13	34.2	12	31.6	2	5.3	38	100

Tablo 11 incelendiğinde fiziksel değişim sorusunda; dokuz öğrencinin seviye 5'te, 14 öğrencinin seviye 4'te, altı öğrencinin seviye 3'te, yedi öğrencinin seviye 2'de ve iki öğrencinin seviye 1'de yer aldığı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte kimyasal değişim konusunda dokuz öğrenci seviye 5, iki öğrenci seviye 4, 13 öğrenci seviye 3, 12 öğrenci seviye 2 ve iki öğrenci seviye 1'de bulunmaktadır. Bu bağlamda öğrencilerin fiziksel değişim konusunda yüksek seviyelerde yer alırken, kimyasal değişim konusunda orta ve alt düzeylerde yer aldıkları söylenebilir. Öğrencilerin son soruya verdikleri cevaplardan bir örnekler ise Şekil 8'de görülmektedir.



Şekil 8. Öğrenci (6. sınıf) cevabı örneği 8

Şekil 8 incelendiğinde; öğrencinin fiziksel değişim konusunda seviye 4 ve 5'te yer alırken, kimyasal değişim konusunda seviye 5'te yer aldığı görülmektedir. Birinci ve dördüncü çizime ait madde değişimine bakıldığında, değişimin doğru ifade edildiği söylenebilir. Birinci verilen şekilde kağıt belli sayıda atom-molekül yapılarını içermektedir. Öğrenci fiziksel değişim olduğunu belirtmekte ve bunun sonucunda maddenin aynı yapıları içerdiğini sadece miktar olarak azaldığını yapmış olduğu çizimle belirtmektedir. Ancak son şekle baktığımızda, değişimin doğru ifade edildiği, taneciklerin doğru çizildiği, ancak katı halden sıvı hale geçişin belirtilmediği anlaşılmaktadır. Buna paralel olarak öğrencinin bu madde de seviye 4'te yer alması uygun görülmüştür. Kimyasal değişime ilişkin maddeler incelendiğinde, açıklamaların doğru yapıldığı görülmektedir. Bununla birlikte ikinci ve üçüncü şekilde doğru çizimlerin yer aldığı anlaşılmaktadır. Çünkü maddelerin kimyasal değişime uğraması sonucunda, içerdiği tanecik yapılarında da bazı değişimler meydana gelmektedir. Bu durum çizimlerde de gösterilmekte, bazı moleküllerin parçalandığı, yerlerinin değiştiği görülmektedir. Çalışma sonucunda; öğrencilerin fiziksel-kimyasal değişimi belirleme ve bunların tanecik yapılarının çizimi konusunda kavram yanılgısına sahip olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Yapılan çalışma sonucunda, madde konusunda öğrenci fikirlerini belirlemede çizim yöntemi kullanılmış ve çizimlerin öğrenci fikirlerini belirlemede önemli bir yere sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bilindiği gibi çizim yöntemi; öğrencilere herhangi bir sınırlama getirmeden, bir konuya ilişkin fikirlerini almayı hedeflemekte ve bu durumda öğrenciler rahat bir şekilde konuyla ilgili bilgilerini kağıda yansıtmaktadırlar. Alan yazında yapılan çalışmalar incelendiğinde; çizim yönteminin öğrencilerin, kavram yanılgılarını (Dove, Everett ve Preece, 1999; Köse, 2008), fikirlerini/düşüncelerini (Aydın, 2011; Ormancı ve Şaşmaz-Ören, 2011), anlamalarını (Reiss ve

Tunnicliffe, 2001) ve bilgilerini (Kara, Erduran-Avcı ve Çekbaş, 2009) belirlemede kullanıldığı görülmektedir. Bu bağlamda farklı araştırmacılar tarafından çizim yönteminin farklı amaçlarla etkin bir şekilde kullanıldığı söylenebilir. Alan yazında yapılan çalışmalar incelendiğinde; çizim yönteminin analizinde genellikle rubriklerin (puanlama anahtarlarının) kullanıldığı söylenebilir. Benzer olarak çizimlerin değerlendirilmesinde Kara ve diğ. (2009) ve Köse (2008) beş seviyeden oluşan bir puanlama anahtarı kullanmışlardır. Bu bağlamda yapılan çalışmada da araştırmacılar tarafından geliştirilen rubriğin (puanlama anahtarının) kullanılmasının uygun olduğu düşünülmektedir.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre; ortaokul öğrencilerinin atom-hücre modelinin çizimi ve arasındaki ilişkinin gösterimi konusunda anlama düzeylerinin genel olarak orta ve üst seviyelerde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin hücre ve atom modellerini ayrı ayrı çizibildikleri, ancak karşılaştırma yaparken boyutları konusunda yanlışlıklar yaptıkları görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin hücre ve atom arasındaki ilişkiyi kurmada zorlandıkları anlaşılmaktadır. Bu bağlamda öğrencilerin atomu bildiği, ancak hücrenin atomdan meydana geldiğini anlayamadıkları sonucuna ulaşılabilir. Bu durumun öğrencilerin konuyu bilmelerine rağmen derinlemesine bir öğrenme gerçekleştiremediklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer olarak Ahtee ve Varjola (1998) yaptıkları çalışmada öğrencilerin; maddenin atomdan oluştuğu ve atomların maddenin partiküller hali olduğunu bilmelerine rağmen her maddenin atomdan oluştuğunu anlayamadıklarını belirtmektedir. Çalışmada öğrencilerin; atom modellerini çizerken bazı sorunlar yaşadığı anlaşılmaktadır. Öğrencilerin genel olarak; yuvarlak şekilde veya çekirdek ile yörüngelerden oluşan bir model çizdikleri görülmektedir. Adbo ve Taber (2009) ise yaptıkları çalışmada; atom modellerinin çizimlerinde ana vurgunun elektron hareketlerine olması gerekirken, öğrenciler tarafından tamamen hareketsiz olarak algılanan çekirdek üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirilen çalışma sonucunda; öğrencilerin “atom ile hücre arasında herhangi bir ilişki yoktur” ve “atom hücreden oluşur” kavram yanlışlarına ulaşılmıştır. Benzer olarak Kuşakçı Ekim (2007) yaptığı çalışmada katılımcılarda “canlılarda atom yoktur, hücre vardır” kavram yanlışlığı olduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan bu çalışma sonucunda; öğrencilerin katı-sıvı-gaz halindeki maddelerin tanecik yapılarının çizimlerinde genel olarak yüksek seviyelerde oldukları anlaşılmıştır. Öğrenciler, katı-sıvı-gaz maddelerin tanecik yapıları hakkında yeterli bilgiye sahip olmalarına karşın, tanecik sayıları konusunda sorun yaşamaktadırlar. Buna paralel olarak öğrencilerin büyük çoğunluğu aynı miktardaki farklı hallerdeki maddelerin tanecik sayılarının farklı olduğunu düşünmektedir. Benzer olarak Boz (2006) yaptığı çalışmada katılımcıların üst sınıflarda da dahil olmak üzere çoğunun, hal değişimini açıklamada partiküller uygulamalarda zorluklar yaşadığı sonucuna ulaşmıştır. Kuşakçı Ekim (2007) ise yaptığı çalışmada öğrencilerde “aynı maddeden yapılsalar bile şekilleri farklı olan cisimlerin atomları da farklıdır” kavram yanlışlığı olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada; aynı soru içerisinde öğrencilerden katı-sıvı-gaz maddelerin sıkışma özelliğine sahip olup olmadıkları sorulmuş ve bu durumları tanecik boyutunda çizerek göstermeleri istenmiştir. Analizler sonucunda öğrencilerin, bir dağılım sergilediği ve her seviyede benzer sayıda öğrencinin olduğu söylenebilir. Öğrenci açıklamalarına paralel olarak; katılımcıların maddenin sıkışma özelliğini bildikleri, ancak çizemedikleri ifade edilebilir. Yapılan çalışma sonucunda öğrencilerin bir kısmında; “sadece sıvı ve gaz maddelerin tanecikleri hareket edeceği” ve bir kısmında da “katı maddelerin taneciklerinin hareket etmeyeceği” kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Benzer olarak Kuşakçı Ekim (2007) çalışmada öğrencilerde; “katı maddenin tanecikleri hiç hareket etmez” kavram yanlışlığı olduğunu belirlemiştir. Yaptığımız çalışmada elde edilen bulgulara göre; katılımcıların katı-sıvı-gaz maddelerin hareket özellikleri ve bunların tanecik boyutunda çizimi konusunda sorun yaşadıkları ve düşük seviyelerde yer aldıkları söylenebilir. Canbazoglu (2008) öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmada; katılımcılar maddenin katı, sıvı ve gaz hallerinde taneciklerin yaptıkları hareketleri açıklarken hata yapmışlardır. Öğretmen adaylarından sadece biri maddenin taneciklerinin her üç halde de titreşim hareketi yaptığını, sıvı ve gaz haldeyken ise öteleme hareketi yaptığını açıklamıştır. Anlaşılacağı üzere yapılan çalışma sonucunda; öğrencilerin katı-sıvı-gaz maddelerin tanecik yapılarını gösterme, taneciklerin sıkışma durumlarını belirleme konusunda yeterli bilgiye sahip oldukları ve genel olarak üst seviyelerde yer aldıkları anlaşılmıştır. Ancak öğrencilerin maddelerin tanecik yapılarını çizme ve hareket durumlarını gösterme konusunda sorunlar yaşadıkları görülmektedir. Benzer olarak Özmen (2011) yaptığı çalışmada; tüm sınıf düzeyindeki öğrencilerin maddenin taneciklerin sırası, tanecikler

arasındaki boşluk, farklı hallerdeki tanecik sayısı, tanecik büyüklükleri ve tanecik hareketleri gibi taneciklerin mikroskobik özellikleri hakkında az bilgiye veya kavram yanlışlarına sahip olduklarını ifade etmektedir.

Çalışmadan elde edilen bir diğer bulguya göre; öğrencilerin atom ve bileşiklerin tanecik çizimlerinde yüksek seviyelerde ve karışımdan oluşan maddelerin tanecik çizimlerinde ise genel olarak seviye 5 (çizimlerde iki boyutun uygun olarak çizilmesi/ ifade edilmesi)'te yer aldıkları söylenebilir. Görüldüğü gibi öğrencilerin atom-bileşik-karışımdan oluşan maddelerin tanecik gösterimlerinde genel olarak iyi düzeyde oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bu konuda yaşanan problemlerden biri; soru kökünde öğrencilere hangi maddenin atom-bileşik-karışım olduğu verilmesine rağmen, çizimlerde atom-bileşik-karışım gösterimlerinin karıştırılmasıdır. Alan yazın incelendiğinde; Çalış (2010) bileşikler ve karışımlar konusunun öğrenciler tarafından karıştırıldığını, Canbazoğlu (2008) ise öğretmen adaylarının element, bileşik ve karışımları modellemekte zorlandıklarını ifade etmektedirler. Ayas ve Demirtaş (1997)'ın çalışmalarında çoğu öğrenci, element, bileşik veya karışım olarak günlük yaşamda karşılaşılan maddelerin doğru sınıflandıramamıştır. Buradan da anlaşılacağı üzere öğrencilerin; özellikle bileşik-karışım ayrımı yapmada ve göstermede sorunlar yaşamaktadırlar.

Çalışma sonucunda ulaşılan bulgulara göre; öğrenciler fiziksel değişim konusunda yüksek seviyelerde yer alırken, kimyasal değişim konusunda orta ve alt düzeylerde bulunmaktadır. Öğrencilerin genel olarak fiziksel değişimi ayırt ettikleri, ancak fiziksel değişime ilişkin tanecik gösteriminde bazı sorunlar yaşadıkları anlaşılmaktadır. Buna karşın çalışmada öğrencilerin kimyasal değişimi hem ayırt etmede hem de tanecik gösteriminde sorunlar yaşadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Ayvacı ve Şenel Çoruhlu (2009) yaptıkları çalışmada katılımcılarda; hal değişim olayı olan buharlaşmayı kimyasal değişim olarak nitelendirme, kimyasal değişimlerde taneciklerin yapısının değişmeyeceği sadece hareketinin değişeceği, kimyasal değişime uğrayan maddelerin tümünde görünümün aynı kalıp sadece tanecikli yapının değişeceği, fiziksel değişimlerde tanecikli yapıların değişeceği kavram yanlışlarının olduğunu belirlemiştir. Benzer olarak Atasoy ve diğ., (2007a) öğrencilerin; fiziksel ve kimyasal değişimler konusunda birçok yanlış kavramaya sahip olduklarını ve ayırt etmede sorunlar yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Stavridou ve Solomonidou (1989) yaptıkları çalışmada öğrencilerin fiziksel ve kimyasal değişimi farklı şekillerde ve yollar kullanarak ayırt ettiklerini belirtmişlerdir. Bu bağlamda öğrenciler; fiziksel değişimi daha kolay anlamlandırmakta ve ayırt etmekte, buna karşın kimyasal değişim konusunda sorunlar yaşamaktadırlar.

Araştırmada; öğrencilerin madde konusunda fikirlerinin genel olarak orta ve üst düzeyde olduğu söylenebilir. Ancak öğrencilerin madde taneciklerinin hareketleri, kimyasal değişim gibi bazı konularda alt seviyelerde yer aldıkları görülmektedir. Benzer olarak Mitchell ve Kellington (1982) yaptıkları çalışmada öğrencilerin, maddenin tanecikli yapısında parçaları hatırlamakta zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Ahtee ve Varjola (1998) ise çalışma sonucunda öğrencilerin; kavramların gerçek dünyada yapılan gözlemlerle ilişkisi ile açıklamalardaki teorik kavramları karıştırdıklarını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte Ayas ve diğ., (2010) çalışmalarında üniversite düzeyindeki öğrenciler de dahil olmak üzere çoğu katılımcının günlük hayatla teorik bilgileri ilişkilendirmede ve anlam vermekte zorlandıklarını ifade etmektedirler. Bu bağlamda öğrencilerin madde konusunda temel kavramları bildikleri, ancak aralarında bağlantı kurmada ve derinlemesine öğrenmede sorunlar yaşadıkları söylenebilir.

Çalışmadan elde edilen tüm bu veriler doğrultusunda; katılımcılar madde konusunda bilgi sahibi olmalarına rağmen, öğrencilerde derinlemesine bir öğrenme gerçekleşmediği söylenebilir. Bu durumun öğrencilerin konuyu öğrenmelerine rağmen, günlük yaşamla ilişkilendirmediklerinden ve diğer konularla bağlantı kurmadıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu bağlamda; madde konusunun işlenmesi sürecinde; öğrencilerin aktif olduğu, bunun yanında günlük yaşamla bağlantılı ve disiplinler arası yaklaşımların kullanıldığı yöntemlerin kullanılması gerektiği önerisinde bulunulabilir. Yapılan çalışmada öğrencilerin madde konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemede çizim yöntemi kullanılmıştır. Bazı sorularda öğrencilerin sahip oldukları yanlış anlamaların, kavram yanlışlığı olup olmadığı konusunda problemler yaşanmış ve bunlar kavram yanlışlığı olarak nitelendirilmemiştir. Bu durumda ileride yapılacak çalışmalarda; kavram yanlışlarının belirlenmesinde, çizimlerin yanında açık uçlu soru, görüşme gibi teknikler kullanılması önerisinde bulunulabilir.

KAYNAKÇA

- Adadan, E., Irving, K. E. & Trundle, K. C. (2009). Impacts of multi - representational instruction on high school students' conceptual understandings of the particulate nature of matter. *International Journal of Science Education*, 31(13), 1743-1775.
- Adbo, K. & Taber, K. S. (2009). Learners' mental models of the particle nature of matter: A study of 16-year-old Swedish science students. *International Journal of Science Education*, 31(6), 757-786.
- Ahtee, M. & Varjola, I. (1998). Students' understanding of chemical reaction. *International Journal of Science Education*, 20(3), 305-316.
- Ardaç, D. ve Akaygun, S. (2004). Effectiveness of Multimedia-Based Instruction That Emphasizes Molecular Representations on Students' Understanding of Chemical Change. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 317-337.
- Atasoy, B., Genç, E., Kadayıfçı, H. ve Akkuş, H. (2007a). 7. Sınıf Öğrencilerinin Fiziksel ve Kimyasal Değişmeler Konusunu Anlamalarında İşbirlikli Öğrenmenin Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32, 12-21.
- Atasoy, B., Kadayıfçı, H. ve Akkuş, H. (2007b). Öğrencilerin Çizimlerinden ve Açıklamalarından Yaratıcı Düşüncelerinin Ortaya Konulması (Çizimler ve Açıklamalar Yoluyla Yaratıcı Düşünceler). *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(4), 679-700.
- Ateş, R. Ö. (2007). "6. sınıflarda maddenin tanecikli yapısı konusunun çoklu zeka kuramına dayalı öğretimi." Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Ayas, A. P. & Demirtaş, A. (1997). Turkish secondary students' conceptions of introductory chemistry concepts. *Journal of Chemical Education*, 74(5), 518-521.
- Ayas, A. P. ve Özmen, H. (2002). Lise Kimya Öğrencilerinin Maddenin Tanecikli Yapısı Kavramını Anlama Seviyelerine İlişkin Bir Çalışma. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 19(2), 45-60.
- Ayas, A. P., Özmen, H. & Çalik, M. (2010). Students' conceptions of the particulate nature of matter at secondary and tertiary level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 165-184.
- Aydın, F. (2011, Nisan). *İlköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin teknolojiye yönelik düşüncelerinin çizimle belirlenmesi*. 2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications, Antalya-Turkey.
- Ayvacı, H. Ş. ve Şenel Çoruhlu, T. (2009). Fiziksel ve Kimyasal Değişim Konularındaki Kavram Yanılgılarının Düzeltmesinde Açıklayıcı Hikâye Yönteminin Etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 93-104.
- Boz, Y. (2006). Turkish pupils' conceptions of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education and Technology*, 15(2), 203-213.
- Bridle, C. A. & Yeziarski, E. J. (2012). Evidence for the effectiveness of inquiry-based, particulate-level instruction on conceptions of the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 89, 192-198.
- Canbazoğlu, S. (2008). "Fen bilgisi öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin pedagojik alan bilgilerinin değerlendirilmesi". Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çalık, M. & Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 638-667.
- Çalık, M., Ayas A. & Ebenezer, J. V. (2005). A review of solution chemistry studies: Insights into students' conceptions. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 29-50.
- Çalış, S. (2010). The level of understanding of elementary education students' some chemistry subjects. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 4868-4871.
- de Vos, W. & Verdonk, A. H. (1996). The particulate nature of matter in science education and in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(6), 657-664.
- del Pozo, R. M. (2001). Prospective teachers' ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter. *International Journal of Science Education*, 23(4), 353-371.

- Demirbaş, M., Tanrıverdi, G., Altınışik, D. ve Şahintürk, Y. (2011). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Çözeltiler Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkisi. *Sakarya University Journal of Education*, 1(2), 52-69.
- Dove, J. E., Everett, L. A. & Preece, P. F. W. (1999). Exploring a hydrological concept through children's drawings. *International Journal of Science Education*, 21(5), 485-497.
- Ebenezer, J. V. & Erickson, G. L. (1996). Chemistry students' conceptions of solubility: A phenomenography. *Science Education*, 80(2), 181-201.
- Eskilsson, O. & Hellden, G. (2003). A longitudinal study on 10-12-year-olds' conceptions of the transformations of matter. *Chemistry Education: Research and Practice*, 4(3), 291-304.
- Eş, H. ve Sarıkaya, M. (2010). Türkiye ve İrlanda Fen Öğretimi Programlarının Karşılaştırılması. *İlköğretim Online*, 9(3), 1092-1105.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554.
- Hançer, A. H. (2007). Fen Eğitiminde Yapılandırmacı Yaklaşımın Dayalı Bilgisayar Destekli Öğrenmenin Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi. *C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi*, 31(1), 69-81.
- Johnson, P. (2000). Children's understanding of substances, part 1: Recognizing chemical change. *International Journal of Science Education*, 22(7), 719-737.
- Karaduman, B. ve Emrahoğlu, N. (2011). "Maddenin Tanecikli Yapısı" Ünitesinin Öğretiminde, Bilgisayar Destekli ve Bilgisayar Temelli Öğretim Yöntemlerinin, Akademik Başarı ve Kalıcılığa Etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(3), 925-938.
- Kara, İ., Erduran-Avcı D. ve Çekbaş Y. (2009). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Işık Kavramı ile İlgili Bilgi Düzeylerinin Araştırılması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(16), 46-57.
- Karasar, N. (2006). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kavak, N. (2007). Maddenin Tanecikli Doğası Hakkında İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin İmaj Oluşturmalarına Rol Oynama Öğretim Yönteminin Etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 327-339.
- Kenan, O. ve Özmen, H. (2011, Eylül). "Maddenin tanecikli yapısı" ünitesine yönelik zenginleştirilmiş bilgisayar destekli bir öğretim materyalinin tanıtımı. 5th International Computer & Instructional Technologies Symposium, Fırat Üniversitesi, Elazığ-Türkiye.
- Kendrick, M. & McKay, R. (2004). Drawings as an alternative way of understanding young children's constructions of literacy. *Journal of Early Childhood Literacy*, 4(1), 109-128.
- Kokkotas, P., Vlachos, I. & Kouladis, V. (1998). Teaching the topic of the particulate nature of matter in prospective teachers' training courses. *International Journal of Science Education*, 20(3), 291-303.
- Köse, S. (2008). Diagnosing student misconceptions: Using drawings as a research method. *World Applied Sciences Journal* 3(2), 283-293.
- Krnel, D., Watson, R. & Glažar, S. A. (1998). Survey of research related to the development of the concept of 'matter'. *International Journal of Science Education*, 20(3), 257-289.
- Kuşakçı Ekim, F. (2007). *İlköğretim fen öğretiminde kavramsal karikatürlerin öğrencilerin kavram yanılgılarını gidermedeki etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Küçükönder, A., Söğüt, Ö. ve Büyükkasap, E. (2005). Education Faculty Students' Ideas About Fundamental Characteristic of Atoms and Molecules. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 339-347.
- Küçüközer, H., Bostan, A., Kenar, Z., Seçer, S. ve Yavuz, S. (2008). Altıncı Sınıf Fen ve Teknoloji Ders Kitaplarının Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Göre Değerlendirilmesi. *İlköğretim Online*, 7(1), 111-126.
- Liu, X. & Kathleen L. (2006). Progression in children's understanding of the matter concept from elementary to high school. *Journal of Research In Science Teaching*, 43(3), 320-347.
- McNeill, P. & Chapman, S. (2005). *Research methods* (Third Edition). New York: Routledge.
- Mitchell, A. C. & Kellington, S. H. (1982). Learning difficulties associated with the particulate theory of matter in the Scottish Integrated Science course. *European Journal of Science Education*, 4(4), 429-440.

- Nakhleh, M. B. & Samarapungavan, A. (1999). Elementary school children's beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 777-805.
- Nakhleh, M. B., Samarapungevan A. & Sağlam, Y. (2005). Middle school students' beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 581-612.
- Nyachwaya, J. M., Mohamed, A. R., Roehrig, G. H., Wood, N. B., Kern, A. L. & Schneider, J. L. (2011). The development of an open-ended drawing tool: An alternative diagnostic tool for assessing students' understanding of the particulate nature of matter. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 121-132.
- Ormancı, Ü. & Şaşmaz-Ören, F. (2011). An analysis of pre-service teachers' drawings about the digestive system in terms of their gender, grade levels, and opinions about the method and subject. *International Journal of Biology Education*, 1(1),1-22.
- Özalp, D. (2008). *İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı konusundaki kavram yanlışlarının ontoloji temelinde belirlenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özmen, H. (2004). Fen Öğretiminde Öğrenme Teorileri ve Teknoloji Destekli Yapılandırıcı (Constructivist) Öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 3(1), 100-111.
- Özmen, H. (2005). Kimya Öğretiminde Yanlış Kavramalar: Bir Literatür Araştırması. *Gazi Üniversitesi Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(19), 23-45.
- Özmen, H. (2011). Turkish primary students' conceptions about the particulate nature of matter. *International Journal of Environmental & Science Education*, 6(1), 99-121.
- Özmen, H., Karamustafaoğlu, O., Sevim, S. ve Ayas, A. (2002, Eylül). *Kimya öğretmen adaylarının temel kimya kavramlarını anlama seviyelerinin belirlenmesi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Özmen, H. & Kenan, O. (2007). Determination of the Turkish primary students' views about the particulate nature of matter. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 8(1), 1-15.
- Reiss, M. J. & Tunnicliffe, S. D. (2001). Students' understanding of human organs and organ systems. *Research in Science Education*, 31, 383-399.
- Sanger, M. J. (2000). Using particulate drawings to determine and improve students' conceptions of pure substances and mixtures. *Journal of Chemical Education*, 77(6), 762-766.
- Stavridou, H. & Solomonidou, C. (1989). Physical phenomena-chemical phenomena: Do pupils make the distinction? *International Journal of Science Education*, 11(1), 83-92.
- Taşdemir, A. ve Demirbaş, M. (2010). İlköğretim Öğrencilerinin Fen ve Teknoloji Dersinde Gördükleri Konulardaki Kavramları Günlük Yaşamla İlişkilendirebilme Düzeyleri. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(1), 124-148.
- Tezcan, H. ve Çelik, T. (2009). Kimya Öğretmen Adaylarının Atomla İlgili Bazı Kavramları Anlama Derecelerinin Belirlenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 49-67.
- Tezcan, H. ve Salmaz, Ç. (2005). Atomun Yapısının Kavratılmasında ve Yanlış Kavramaların Giderilmesinde Bütünleştirici ve Geleneksel Öğretim Yöntemlerinin Etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 41-54.
- Türkoğuz, S. (2008). *"Görsel sanat etkinlikleriyle bütünleştirilmiş ilköğretim fen ve teknoloji öğretimi"*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.