

FEN EĞİTİMİ ÖĞRENCİLERİNİN MADDENİN TANECİKLİ YAPISIYLA İLGİLİ ANLAMALARININ BELİRLENMESİ¹

Oylum ÇAVDAR

Atatürk Üniversitesi, KKEF, İlköğretim Fen Bilgisi ABD,
oylumcavdar@hotmail.com

Seda OKUMUŞ

Atatürk Üniversitesi, KKEF, İlköğretim Fen Bilgisi ABD

Kemal DOYMUŞ

Atatürk Üniversitesi, KKEF, İlköğretim Fen Bilgisi ABD

Özet

Bu araştırmanın amacı, ilköğretim fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıfta öğrenim gören öğrencilerin maddenin tanecikli yapısıyla ilgili anlamalarını belirlemek ve kavram yanlışlarının giderilmesinde deneylerin etkisine bakmaktır. Araştırmanın örneklemini İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim gören 105 birinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırma kontrol grupsuz ön test-son test deneysel desenedir. Araştırmada veri toplama aracı olarak maddenin tanecikli yapısıyla ilgili iki açık uçlu sorudan oluşan Maddenin Tanecikli Yapısı Testi (MTYT), ön test ve son test olarak kullanılmıştır. Ön testten sonra öğrencilere konuyla ilgili bir deney yaptırılmış ve ardından MTYT son test olarak tekrar uygulanmıştır. Öğrencilerin sorulara deney öncesinde verdikleri cevaplar ile deney sonrasında verdikleri cevaplar kategorilere ayrılmış, frekans ve yüzdeleri hesaplanarak karşılaştırılmış ve kavram yanlışlarının devam edip etmediğine bakılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre katı, sıvı ve gaz fazlarda taneciklerin hareketleri konusunda çoğu öğrencinin bilgi eksikliklerinin olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerde “katılar sert olduklarından moleküller arasındaki uzaklık en az olur”, “katılar, dönme ve öteleme yapmadığı için hareket edemez”, “sıvı haldeki maddeler katı cisimlere göre daha hızlı hareket eder”, “gazlar uçucu hareket yapar” ve maddenin tanecikli değil de bütünsel olarak gösterilmesi gibi kavram yanlışları tespit edilmiştir. Deney sonrasında öğrencilerin anlamalarında bir artış gözlenmiştir ancak bu artışın yeterli düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca bazı öğrencilerin yanlışlarını deneyden sonra da sürdürdükleri ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda, kavram yanlışlarını giderebilecek ve oluşumunu engelleyebilecek farklı deney ve materyaller kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Maddenin tanecikli yapısı, Mikro boyut, Makro boyut, Kavram yanlışlığı

DETERMINING UNDERSTANDINGS RELATED TO THE PARTICULATE NATURE OF MATTER OF STUDENTS AT SCIENCE EDUCATION

Abstract

The aim of this study was to determine the students at science teacher education program in the first year class understanding about the particulate nature of matter and determine the effect of experiments in removing the misconceptions. The sample of the study was 105 students study at science teacher education program in the first year class. The study is conducted by pretest-posttest experimental design control without group. It was used two open-ended questions of a test (The Particulate Nature of Matter Test- PNMT) about the subject as pre and post-test for data collecting tool. After the pre-test it got an experiment related to the subject to students and then PNMT implemented again. Students' answers

¹ Bu makale, 16-19 Nisan 2015 tarihleri arasında düzenlenen 24. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresinde sunulan sözlü bildirinin geliştirilmiş şeklidir.

which before and after the experiment was analyzed by dividing into categories, their frequencies and percentages were calculated and compared. So, it was determined how changes was occurred students' understanding about the subject and whether continue misconceptions or not. According to findings obtained from the study, many of students have deficiencies about the movements of particles at solid, liquid and gas phases. It was determined that students have some misconceptions. For example, "Because solids are hard, the space between their molecules is the least", "solids cannot move because they haven't rotational and translational motion", "matters on liquid phase move faster than solid matters", "gases move as soaring" and "matters have holistic structure not particulate". After the experiment, it was observed an increase in students' understanding about the subject but it was determined to be not sufficient. Further, it was seen that some students' misconceptions were continued after the experiment. From this point of view, it is suggested that different experiments and materials which can eliminate and prevent these misconceptions are used.

Keywords: The particulate nature of matter, Micro level, Macro level, Misconception

Giriş

Maddenin tanecikli yapısı uzun yıllardır üzerinde çalışılan bir konudur. Bu konu üzerinde bu kadar fazla çalışılmasının sebebi kimyanın temelini oluşturmasıdır (Adadan, 2014; Adadan et al., 2010; Brook et al., 1984; Griffiths and Preston, 1992). Maddenin tanecikli yapısı konusu, mikro seviyede bir konu olduğundan dolayı öğrenciler anlamada zorluk çekmekte ve makro seviye ile ilişkilendiremedikleri için konuyu zihinlerinde canlandıramamaktadırlar (Adadan et al., 2010; Çalık ve Ayas, 2002; Franco and Taber, 2009; Haigh et al., 2011; Karaçöp ve Doymuş, 2012; Raviolo, 2001; Ültay ve Çalık, 2012). Dolayısıyla maddenin mikro boyuttaki yapısını zihinlerinde canlandıramayan öğrenciler bu konuda birçok kavram yanlışlığına sahip olmaktadır.

Maddenin tanecikli yapısı ile ilk kez karşılaştıkları ortaokul yıllarına kadar maddeyi bütünsel olarak düşünen öğrenciler bu yanlış kavramı bilimsel doğrularla değiştirmekte isteksiz davranmaktadırlar. Çünkü okul dışında, uzun zaman sürecinde sezileriyle elde ettikleri bu yanlış kavramlar onlar için daha gerçekçi ve inandırıcıdır. Bu nedenle kavram yanlışlarının öğrenme süreçlerinde etkileri çok fazladır (Yağbasan ve Gülççek, 2003). Öğrencilerin mikro boyuttaki kavramları makro boyut ile açıklama eğiliminde oldukları birçok çalışmada ortaya koyulmuştur (Demircioğlu vd., 2012; Kalın ve Arıkıl, 2010; Özmen, 2011; Stavridou and Solomonidou, 1998). Küçük yaşlarda okul dışında edinilen bu kavram yanlışları, öğrenciler bu kavramlarla yüzleştirilinceye ve bilimsel doğrularla değiştirilinceye kadar öğrenim hayatları boyunca devam eder. Bu nedenle kavram yanlışları üniversite öğrencilerinde hatta kimya ve fen ve teknoloji öğretmenlerinde bile görülebilmektedir (Adadan, 2012; Ayas, 1995; Ayas ve Özmen, 2002; Çalık vd., 2006; Demircioğlu, 2003; Mumba et al., 2014; Özmen vd., 2002). İlkokulda temeli atılan maddenin tanecikli yapısı konusunu, geleceğin fen ve teknoloji öğretmenleri olan fen bilgisi eğitimi öğrencilerinin öğreteceği düşünüldüğünde, bu öğrencilerin konu hakkındaki kavram yanlışlarının tespit edilip doğrularıyla değiştirilmesi, gelecek nesillere bu yanlışların taşınmaması bakımından büyük önem taşımaktadır.

Kimya konularındaki kavram yanlışlarını giderebilmek için deneyler etkili uygulamalardır. Çünkü öğrencilerin kimyasal olayları birebir gözlemleyerek tecrübe etmelerine olanak vermektedirler. Bu sayede deneyler mikro boyuttaki soyut ve anlaşılması zor kavramların makro boyutla ilişkilendirilmesini sağlamaktadırlar (Okumuş vd., 2014). Buradan hareketle, tanecikli yapıyı anlamaya yardımcı deneylerin tasarlanmasının veya var olan deneylerin bu yönde tekrar düzenlenmesinin öğrencilerin mikro boyutu zihinlerinde canlandırmalarına yardımcı olacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda araştırmanın amacı, ilköğretim fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıfta öğrenim gören öğrencilerin maddenin tanecikli yapısıyla ilgili anlamalarını belirlemek ve kavram yanlışlarının giderilmesinde deneylerin etkisine bakmaktır.

Yöntem

Araştırmanın modeli, katılımcıları, veri toplama araçları, verilerin toplanması ve analizi bu başlık altında verilmiştir.

Araştırmanın Modeli

Araştırma kontrol grupsuz ön test- son test deneysel desenedir. Bu desende deneysel işlemin etkisi tek bir grup üzerinde yapılan çalışmayla test edilir. Deneklerin bağımlı değişkene ilişkin ölçümleri uygulama öncesinde ön-test, sonrasında son-test olarak aynı denekler ve ölçme araçları kullanılarak elde edilir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2012). Araştırmada öğrencilerin bir yöntem veya teknik değil de deneylerle maddenin tanecikli yapısını anlamalarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle deneyden önce ve deneyden sonra, öğrencilerin maddenin halleriyle ilgili tanecikli yapıyı anlamaları belirlenmeye çalışıldığı için araştırma tek grup üzerinde yapılmıştır. Uygulama Genel Kimya Laboratuvarı II dersinde uygulandığı için tüm gruplarla deney yapılmış ve kontrol grubu seçilmemiştir.

Örneklem

Araştırmanın örneklemini ilköğretim fen bilgisi öğretmenliği programının 1. sınıfındaki iki farklı şubede öğrenim gören toplam 105 öğrenci oluşturmaktadır. Genel Kimya Laboratuvarı II dersini alan her iki şubedeki öğrenciler (N=105) yaklaşık 26 kişilik iki yarıya ayrılmış, toplamda dört deney grubuyla (1.grup N=26, 2.grup N=27, 3.Grup, N= 26, 4. Grup, N= 26) çalışılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Çalışmada veri toplama aracı olarak, araştırmacılar tarafından iki açık uçlu sorudan oluşan bir test (Maddenin Tanecikli Yapısı Testi-MTYT) hazırlanmıştır. Öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı hakkındaki anlamalarını belirleyebilmek ve varsa kavram yanlışlarını ortaya çıkarabilmek adına MTYT ile maddenin hallerinde taneciklerin boşluklarını, buna bağlı olarak yaptıkları hareketleri ve dışarıdan gelen bir etkiye karşı verdikleri tepki araştırılmıştır. Testteki birinci soru iki aşamadan oluşmaktadır ve '1- a) Su moleküllerinin katı, sıvı ve gaz fazda hareketleri nasıldır? b) Su hangi halde iken dışarıdan yapılan etkiye karşı en fazla tepkiyi verir? Neden?' şeklindedir. İkinci soru ise '2- Su moleküllerinin katı, sıvı ve gaz haldeki durumlarını çizin ve çiziminizin nedenini açıklayınız.' şeklindedir. MTYT'nin geçerliği için uzman

görüşüne başvurulmuştur, gerekli düzeltmeler yapılarak teste son hali verilmiştir. MTYT uygulamaya başlamadan önce ön test olarak, uygulamadan sonra da son test olarak uygulanmıştır.

Verilerin Toplanması

Uygulamaya başlanmadan önce MTYT tüm gruplara ön test olarak uygulanmıştır. Uygulama aşamasında öncelikle deneylerini birlikte yürütmeleri için her bir deney grubundaki öğrencilerden 4-5 kişilik çalışma grupları oluşturulmuştur. Daha sonra öğrencilere maddenin tanecikli yapısını gözlemlenmelerine yardımcı olacak bir deney yaptırılmıştır. Deneyde, öncelikle bir erlenmayerin içerisine bir buz kalıbı koyulmuş ve cam çubukla buzun üzerine bastırılmıştır. Cam çubuğun buz içerisine girmemesinin sebebi öğrencilerle tartışılmıştır. Sonra, erlenmayerin ağzı plastik tıpa ile kapatılmış ve buz eriyinceye kadar ısıtılmıştır. Cam çubuk suya daldırılmış ve buz, su halinde iken cam çubuğun buzdaki gibi bir dirençle karşılaşp karşılaşmadığı gözlemlenerek sebebi tartışılmıştır. Ardından cam çubuk havada hareket ettirilerek herhangi bir dirençle karşılaşp karşılaşmadığı öğrencilere sorulmuş, sebebi tartışılmıştır. Klasik laboratuvar yaklaşımında öğrenciler kendi başlarına gruplar halinde deneyleri yapar ve deney raporlarını yazarlar. Bu araştırmada öğrencilere deneyler sırasında çeşitli sorular sorulmuş ve öğrencilerin konuyla ilgili yanlış anlamaları ve kavram yanılgıları giderilmeye çalışılmıştır. Ayrıca deney sırasında, öğrencilerin deneyi mikro boyutta anlamalarını kolaylaştıran gerekli açıklamalar yapılmıştır. MTYT uygulanırken ise öğrencilerden bir istisna olan suyun moleküllerinin katı fazdaki altıgen molekül yapısını göz ardı etmeleri, genel olarak katı fazdaki maddeleri düşünerek çizim yapmaları istenmiştir. Deneyin ardından önceden uygulanan MTYT öğrencilere son-test olarak tekrar uygulanmıştır.

Verilerin Analizi

Öğrencilerden deney öncesinde ve deney sonrasında elde edilen yazılı cevaplara içerik analizi uygulanmış ve Abraham, Grzybowski, Renner ve Marek (1992) çalışmasından alınan değerlendirme kullanılarak kategorilere ayrılmıştır. MTYT'nin sadece açıklama gerektiren birinci sorusunun a maddesi, "Anlama, Kısmen anlama, Yanlış anlama, Anlamama, Cevapsız" şeklinde kategorilere ayrılarak çözümlenmiştir.

Anlama: Bilimsel olarak doğru açıklamaların bir kısmını veya tümünü içeren cevaplar bu kategoride toplanmıştır.

Kısmen Anlama: Soru için tam olarak istenilen açıklamayı içermeyen fakat kabul edilebilir düzeyde olan cevaplar bu kategoride yer almıştır.

Yanlış Anlama: Soru için kabul edilebilir bir açıklama olmayan ve alternatif açıklamalar içeren cevaplar bu kategoriye konulmuştur.

Anlamama: Soruyla ilgisiz, bilimsel değeri olmayan, mantıksız açıklamalar bu kategoride toplanmıştır.

Cevapsız: Bu kategoride boş bırakılan sorular yer almıştır.

Cevap ve açıklama isteyen b maddesi ve çizim ve açıklama isteyen ikinci soru ise, "Tam Anlama, Kısmen Anlama, Kısmen Anlama/Yanlış Kavram, Yanlış Kavram, Anlaşılmamış" şeklinde çözümlenmiştir.

Tam Anlama: Cevabın doğru, açıklamanın bilimsel olarak tam olduğu cevaplar bu kategoride toplanmıştır.

Kısmen Anlama: Cevabın doğru, açıklamanın bilimsel olarak tam olmadığı cevaplar bu kategoriye konulmuştur.

Kısmen Anlama/Yanlış Kavram: Cevabın doğru, açıklamanın yanlış veya cevabın yanlış, açıklamanın doğru olduğu cevaplar bu kategoride yer almıştır.

Yanlış Kavram: Bilimsel olarak kabul edilemeyecek cevabın veya açıklamanın olduğu cevaplar bu kategoride toplanmıştır.

Anlaşılmamış: Boş cevaplar bu kategori altında yer almıştır.

Kategorilere ayrılan öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdeleri hesaplanmış, deney öncesi ve deney sonrası verileri karşılaştırılarak anlamalarında herhangi bir değişiklik olup olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca deneyden önce ve deneyden sonra öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarına örnekler olduğu gibi sergilenmiştir.

Bulgular

Araştırmanın bu kısımda her araştırma sorusu için öğrencilerin deney öncesinde ve sonrasında araştırma sorularına verdikleri cevaplar karşılaştırılmış, tespit edilen kavram yanlışlarına örnekler olduğu gibi sergilenmiştir.

Araştırmanın Birinci Sorusu

Araştırmanın birinci sorusu kapsamında öğrencilere "a) *Su moleküllerinin katı, sıvı ve gaz fazda hareketleri nasıldır?* b) *Su hangi halde iken dışarıdan yapılan etkiye karşı en fazla tepkiyi verir? Neden?*" soruları yöneltilmiştir. Öğrencilerin bu sorulara deney öncesinde ve deney sonrasında verdikleri cevapların yüzde ve frekansları aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. Öğrencilerin deney öncesinde ve deney sonrasında birinci soruya verdikleri cevapların tanımlayıcı istatistikleri

Kategoriler	Deney öncesi		Deney sonrası	
	Frekans (f)	Yüzde (%)	Frekans (f)	Yüzde (%)
Su moleküllerinin katı fazda hareketleri nasıldır?				
Anlama	37	35,2	42	40
Kısmen Anlama	31	29,5	41	39,0
Yanlış Anlama	28	26,7	20	19,1
Anlamama	5	4,8	1	0,9
Cevapsız	4	3,8	1	0,9
Toplam	105	100	105	100
Su moleküllerinin sıvı fazda hareketleri nasıldır?				
Anlama	6	5,7	11	10,5
Kısmen Anlama	84	80	87	82,9
Yanlış Anlama	6	5,7	4	3,8
Anlamama	4	3,8	2	1,9
Cevapsız	5	4,8	1	0,9

Toplam	105	100	105	100
Su moleküllerinin gaz fazda hareketleri nasıldır?				
Anlama	19	18,1	24	22,9
Kısmen Anlama	70	66,7	73	69,5
Yanlış Anlama	6	5,7	6	5,7
Anlamama	3	2,8	1	0,9
Cevapsız	7	6,7	1	0,9
Toplam	105	100	105	100
Su hangi halde iken dışarıdan yapılan etkiye karşı en fazla tepkiyi verir? Neden?				
Tam Anlama	16	15,2	35	33,3
Kısmen Anlama	6	5,7	13	12,4
Kısmen Anlama/Yanlış Kavram	20	19,1	19	18,1
Yanlış Kavram	44	41,9	27	25,7
Anlaşılmamış	19	18,1	11	10,5
Toplam	105	100	105	100

Tablo 1 incelendiğinde, katı taneciklerinin hareketlerini deneyden önce doğru açıklayan öğrenci oranının %35,2 olduğu, deneyden sonra ise bu oranın %40 a yükseldiği görülmektedir. Deneyden önce sıvı taneciklerinin hareketlerini doğru açıklayan öğrenci oranının %5,7 olduğu, bu oranın deneyden sonra %10,5 e yükseldiği anlaşılmaktadır. Gaz taneciklerinin hareketlerini deneyden önce doğru açıklayan öğrenci oranının %18,1 olduğu, deneyden sonra bunun %22,9 a yükseldiği de tablodan görülmektedir. Birinci sorunun b maddesi olan, maddenin hangi haldeyken dışarıdan yapılan etkilere en fazla tepkiyi verdiği sorusuna doğru cevap verip doğru açıklama yapan öğrenci oranının deneyden önce %15,2 olduğu, deneyden sonra ise bu oranın %33,3 e yükseldiği görülmektedir.

Öğrencilerin açıklamaları incelendiğinde, taneciklerin hareketleri ve katı, sıvı, gaz halde maddelerin dışarıdan yapılan etkiye karşı verdikleri tepki hakkında çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca deney sonrasında da bazı öğrencilerin yanlışlarını sürdürdükleri tespit edilmiştir. Deneyden önce ve deneyden sonra öğrencilerde belirlenen bu yanlışlara aşağıda bazı örnekler verilmiştir.

Tablo 2. Birinci soruyla ilgili öğrencilerin deney öncesinde ve sonrasında sahip oldukları kavram yanılgıları

Deney öncesi		
<p>Su katı haldeyken buz halinde ve tanecikle halindedir. gaz halinde ise buhar şekli olarak hareket eder. Sıvı halde ise tanecikler arası boşluk katıya göre fazla sınıya gaza sıvı halde iken dışarıya karşı tepkisi en azdır. Çünkü sıvular bulunduğu kabın şeklini alır. Yani bir etki olduğu anda cisme her yönde bir etki kuvveti uygular.</p>		
Ö ₅		
<p><u>Katı</u> Titreşim ve öteleme hareketi yapar</p>	<p><u>Sıvı</u> Titreşim ve öteleme yaparlar.</p>	<p><u>Gaz</u> Dönme, öteleme, titreşim hareketi yaparlar.</p>
<p>Ayrıca yapılan etkiye karşı en fazla gaz haldeyken verir. Çünkü gaz haldeyken daha yüksektir. En fazla hareketide buradadır.</p>		
Ö ₁₃		
<p>Katıda moleküller arası boşluk azdır. Bu yüzden hareketi sıvı halde iken moleküller arası boşluk katılara daha fazladır.</p> <p>Gaz halde en dâvik haldedir. Bu yüzden hareketi en hızlıdır.</p> <p>Su sıvı haldeyken dışarıdan yapılan etkiye karşı en az tepki gösterir. Genleşebilir, ısıtılabilir, kaynatılabilir.</p>		

Ö₁₄

Su katı fazda iken göze görülmeyecek kadar küçük da en hareketsiz konumdadır.

Sıvı fazda iken akışkan ve hareketlidir. En ufak l verebilir.

Gas fazda ise buhar oluşur. Ve çok hızlı hareket ed

→ Su sıvı fazda iken yapılan etkiye daha fazla tepki verir. Katı durumunda sert bir kut olan suyun tepkisi fazla olma ortama hızla yapılan buhar yoğunlaşma gibi bir durumda tel sıvı konumundaki su içine düşen bir taş parçası içinde oluşturup tepki verir.

Ö₂₇

- Katı halde titreşim, öteleme ve dönme hareketi
- Sıvı halde öteleme ve dönme hareketi yap
- Gas halde öteleme ve dönme hareketi yap
- Su en fazla katı haldeyken tepki verir ve birbirine daha fazla cevap olarak daha hızlı iletirli

Ö₃₇

Katılarda tanecikler arası boşluk yoktur veya çok azdır. Maddeler sıvular katılara göre daha dzensizdir. Gazlar maddenin en düze Su molekülü katı halde buz olarak bulunur. Sıvı halde donmuş Biz eriyerek su haline gelir ve sıvı olur. Su buharlaşarak ve Su sıvı haldeyken dışarıdan verilen etkiye en fazla karşılık v haldeyken elektrigi iletirli.

Ö₄₅




Tüm hallerde titreşim hareketi yapar.
Gaz fazında en fazla tepkiyi verir. Moleküller arası
çekim en az olduğu için uygulanan etkiye en
tepkili verir.

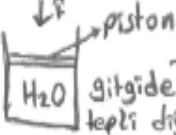
Ö₄₆

Katı hali titreşim yapar Sadece
Sıvı hali iteleme ve titreşim yapar
Gaz hali iteleme dönme ve titreşim y

Su molekülleri sıvı haldeyken yapıları etkileyecek
tepkili verir ısıtıldığında da daha kolay buharlaşır,
donor. Ve basınç uygulanamaz.

Ö₄₇

1. Su ^{katı}  → katı da iken aralarında boşluk sayısı en az moleküller arası
çekim kuvveti en güçlü olduğu için ısıtıldığında molekül sıvıya dönüşür herhangi bir düzenlilik almaz
2. Su ^{sıvı}  → sıvı halde iken katıya oranla boşluk sayısı daha azdır
yalnızca katılara göre sıvılar akışkan haldedir
3. Gaz  → Gaz 'larda boşluk oranı diğerlerine göre en fazla olan
göre daha hareketli ve moleküller arası boşluk sayısı en az

 → Burada F kuvveti kadar pistonu ittiğimde
sıvıya çarpıma başlar katılarda boşluk sayısı az
tepkili diğerlerine göre az verir Ancak gazlarda moleküller
artıkça kinetik enerjileri de arttığı için daha fazla

Ö₅₃

Katı : Hareketsiz. Gaz halinde iken ayni hareket onda yapar. Ve c
sıvı : öteleme bütün cisimlere tepki
Gaz : öteleme, titreşim,

Ö₉₃

Deney sonrası

Su sıvı haldeyken ısıtılırsa gazı kapalı bir kaptaki su bu yapar sıcak olarak kapak fırlar onun için en fazla tı yapar

Ö₂

Katılarda moleküller arası boşluk yoktur. Oysuda Sıvılarda // arası boşluk katılarda gazlarda moleküller arası boşluk çok da Su sıvı haldeyken dışardan yapılan etkiye karşı verir.

Ö₁₄

Katı → $\boxed{\text{SUZ}}$ → kalıp şeklindedir.

Sıvı → $\boxed{\text{su}}$ → akışkandır.

Gaz → $\left. \begin{array}{c} \circ \\ \circ \\ \circ \end{array} \right\}$ → uçucudur.

Su katı haldeyken dışardan yapılan etkiye en fazla çünkü etkiye tepkiyi en iyi o yansıtır.

Ö₄₁

Su molekülleri katı haldeyken tanecikler arası boşluklar çok azdır. Moleküller zor hareket eder.
Sıvı haldeyken tanecikler arası boşluklar katıya göre fazladır. Hareketi katı hale göre daha kolaydır.
Gaz haldeyken tanecikler arası boşluklar çok fazladır. Moleküller rahat hareket ederler.
Su molekülleri gaz halindeyken dışarıdan yapılan etkiye karşı tepkiyi verirler. Çünkü gaz haldeyken direnç yok sayılacak kadar azdır.

Ö₅₉

Sıvı hali : Su molekülleri arası boşluk katı hale göre daha fazladır. Öteleme ve dönme hareketi yaparlar.
Katı hali : Maddenin en düzenli halidir. Tanecikleri arası boşluk azdır. Titreşim hareketi yaparlar.
Gaz hali : Sıvı moleküllerinin en düzensiz olduğu haldir. Boşluk fazladır. Öteleme ve dönme hareketi yaparlar.
⇒ Gaz hali dışarıdan yapılan etkiye en fazla tepki verir. Enerjisi fazladır ve tanecikleri arası boşluk çoktur.

Ö₇₇

Sıvılar diğer maddelere göre daha çok tepkimeye girebilir. Dolayısıyla dışarıdan yapılan etkiye karşı daha fazla tepki verirler.

Ö₉₄

Tablo 2'den görülebileceği üzere Ö₅ gaz halinde maddenin uçarak hareket ettiğini belirtmiş, katı ve sıvı hallerde taneciklerin hareketlerinden ise bahsetmemiştir. Ayrıca bu öğrenci sıvı halde maddenin dışarıdan gelen etkilere daha çok tepki göstereceğini düşünmektedir. Bu duruma, suyun bulunduğu kabın şeklini almasını, yapılan bir etkiye tüm sıvı maddenin birlikte tepki göstermesini delil olarak göstermektedir. Ö₁₃ katıların öteleme hareketi yaptığını düşünürken, sıvıların dönme hareketini göz ardı etmiştir. Dışarıdan yapılan etkiye en fazla tepkiyi ise maddenin gaz halinde vereceğini düşünmektedir. Bunu, gaz halinde taneciklerin enerjilerinin fazla olmasıyla açıklamıştır. Ö₁₄ katı moleküllerinin, arasındaki boşlukların az olmasından dolayı hareketsiz olduklarını düşünmektedir. Sıvı ve gaz

taneciklerinin hareketleriyle ilgili ise bir açıklama yapmamıştır. Dışarıdan yapılan etkiye en fazla tepkiyi ise maddenin sıvı halde iken vereceğini düşünmektedir. Buna genleşme, ısınma ve kaynamayı örnek olarak vermiştir. Ö₂₇ katı fazda taneciklerin titreşim hareketi yapmalarına rağmen hareketsiz olduğunu, sıvı fazda en ufak bir tepkiye karşı verecek kadar hareketli olduğunu gaz fazda ise çok hızlı hareket ederek havaya karışacağını düşünmektedir. Ayrıca dışarıdan yapılan etkiye en fazla tepkiyi ise maddenin sıvı halde iken vereceğini düşünmektedir. Buna su içerisine düşen bir taş parçasının suda dalgalar oluşturmasını örnek olarak vermiştir. Ö₃₇ maddenin taneciklerinin katı haldeyken tüm hareketleri yapabildiğini, sıvı ve gaz halde ise dönme ve öteleme hareketini yapabildiğini düşünmektedir. Ö₄₅ maddenin taneciklerinin hareketiyle ilgili bir açıklama yapmamıştır. Sıvı halde bazı maddelerin elektriği iletmesini, sıvı halin neden dışarıdan yapılan etkilere karşı en fazla tepki veren hal olduğunu açıklamasında örnek olarak vermiştir. Ö₄₆ maddenin tüm hallerde titreşim hareketi yaptığını ifade etmiştir ancak diğer hareketlerden bahsetmemiştir. Ayrıca moleküller arası çekim kuvvetlerinin az olması sebebiyle gazların dışarıdan yapılan etkilere en fazla tepkiyi verdiğini düşünmektedir. Ö₄₇ öteleme hareketini iteleme hareketi olarak tanımlamış ve sıvılarda dönme hareketinden bahsetmemiştir. Dışarıdan yapılan etkiye en fazla tepkiyi ise maddenin sıvı halde iken vereceğini düşünmektedir. Bunun gerekçesi olarak da sıvıların ısıtılınca buharlaşmasını, soğutulunca donmasını ve basınç uygulanamamasını vermiştir. Ö₅₃ tanecikler arası boşluğu “boşluk sayısı” şeklinde nitelendirmiştir. Dışarıdan yapılan etkiye en fazla tepkiyi ise maddenin gaz halde iken vereceğini düşünmektedir. Buna gerekçe olarak pistonlu bir kapta gazların sıkıştırılmasını örnek vermiştir. Ö₉₃ maddelerin taneciklerinin katı halde hiç hareket etmediğini, sıvı halde öteleme hareketi yaptığını, gaz halde ise öteleme ve titreşim hareketi yaptığını düşünmektedir. Gaz halde kendisine çarpan bütün cisimlere tepki vermesi nedeniyle gazların dışarıdan yapılan etkilere en fazla tepkiyi verdiğini düşünmektedir.

Deney sonrasında da bazı öğrencilerin yanılgılarını sürdürdükleri belirlenmiştir. Ö₂ dışarıdan yapılan etkiye en fazla tepkiyi maddenin gaz halde iken vereceğini düşünmektedir. Buna, kapalı bir kapta ısıtılan bir sıvının kapağının belli bir süre sonra fırlamasını örnek olarak göstermiştir. Ö₁₄ katılarda tanecikler arasında boşluk olmadığını ve suyun sıvı haldeyken dışardan yapılan etkilere en fazla tepki verdiğini düşünmektedir, taneciklerin hareketiyle ilgili ise görüş bildirmemiştir. Ö₄₁ maddeyi bütünsel olarak düşünmektedir, taneciklerin hareketiyle ilgili ise görüş bildirmemiştir. Ö₅₉ madde gaz haldeyken direncin yok denecek kadar az olduğunu düşünerek dışarıdan yapılan bir etkiye en fazla gaz halde tepki verileceğini ifade etmiştir, taneciklerin hareketiyle ilgili ise görüş bildirmemiştir. Ö₇₇ sıvı ve gaz halde titreşim hareketini göz ardı etmiştir. Ayrıca taneciklerin enerjilerinin fazla olmasından ve tanecikler arasında boşluğun çok olmasından dolayı gaz halde dışarıdan yapılan etkilere en fazla tepki verileceğini düşünmektedir. Ö₉₄ sıvıların diğer hallerde göre maddelerle daha fazla tepkimeye

girdiğini düşünerek dışarıdan yapılan etkiye en fazla tepkiyi maddenin sıvı halde iken vereceğini ifade etmiştir.

Araştırmanın İkinci Sorusu

Araştırmanın ikinci sorusu aşağıda verilmiştir.

2. Aşağıdaki kutucuklara su moleküllerinin katı, sıvı ve gaz halindeki durumlarını çizin. Çizimlerin nedenlerini açıklayınız.

Katı	Sıvı	Gaz

Şekil 1. Araştırmanın ikinci sorusu

Öğrencilerin bu soruya deney öncesinde ve deney sonrasında verdikleri cevapların yüzde ve frekansları aşağıda verilmiştir.

Tablo 3. Öğrencilerin deney öncesinde ve deney sonrasında ikinci soruya verdikleri cevapların tanımlayıcı istatistikleri

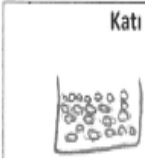


Kategoriler	Deney öncesi		Deney sonrası	
	Frekans (f)	Yüzde (%)	Frekans (f)	Yüzde (%)
Su moleküllerinin katı haldeki durumlarını çizin ve çiziminizi açıklayınız.				
Tam Anlama	59	56,2	83	79,1
Kısmen Anlama	-	-	-	-
Kısmen Anlama/Yanlış Kavram	25	23,8	30	28,6
Yanlış Kavram	34	32,3	15	14,3
Anlaşılmamış	-	-	-	-
Su moleküllerinin sıvı haldeki durumlarını çizin ve çiziminizi açıklayınız.				
Tam Anlama	62	59,1	66	62,9
Kısmen Anlama	-	-	4	3,8
Kısmen Anlama/Yanlış Kavram	33	31,4	25	23,8
Yanlış Kavram	20	18,9	5	4,7
Anlaşılmamış	-	-	-	-
Su moleküllerinin gaz haldeki durumlarını çizin ve çiziminizi açıklayınız.				
Tam Anlama	66	62,9	76	72,4
Kısmen Anlama	-	-	1	0,9
Kısmen Anlama/Yanlış Kavram	37	35,2	24	22,9
Yanlış Kavram	15	14,2	4	3,8
Anlaşılmamış	-	-	-	-

*Doğru çizim- eksik açıklama kısmında öğrenciler birden fazla cevap vermiştir.

Öğrencilerin katı taneciklerinin durumu ile ilgili çizimlerine bakıldığında, doğru çizim yapıp doğru açıklama yapan öğrencilerin oranının deneyden önce %56,2 olduğu, deneyden sonra ise bu oranın %79,1 e yükseldiği görülmektedir. Sıvı taneciklerinin durumu ile ilgili çizimlerine bakıldığında doğru çizim yapıp doğru açıklama yapan öğrencilerin oranının deneyden önce %59,1 olduğu, deneyden sonra ise %62,9 a yükseldiği tespit edilmiştir. Gaz taneciklerinin durumu ile ilgili çizimlerine bakıldığında doğru çizim yapıp doğru açıklama yapan öğrencilerin oranının deneyden önce % 62,9 olduğu, deneyden sonra ise bu oranın %72,4 e yükseldiği anlaşılmaktadır.




Öğrencilerin çizim ve açıklamaları incelendiğinde, taneciklerin katı, sıvı ve gaz haldeki durumları hakkında çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca deney sonrasında da bazı öğrencilerin yanlışlarını sürdürdükleri tespit edilmiştir. Deneyden önce ve deneyden sonra öğrencilerde belirlenen bu yanlışlara aşağıda bazı örnekler verilmiştir.

Tablo 4. İkinci soruyla ilgili öğrencilerin deney öncesinde ve sonrasında sahip oldukları kavram yanlışları

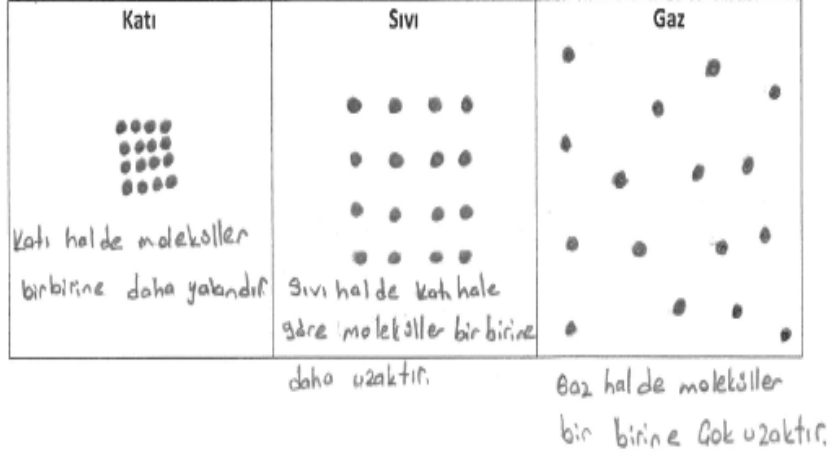
Deney öncesi		
		
<p>* Bulundukları haller gereği yoğunlukları değişmiştir. Katı durumda moleküller arası boşluk olmayacak kadar fazla bağ vardır. Diğer hallerde ise bu durumun aksine bir durum söz konusudur. Isı kaybettikçe moleküllerde küçülme olur. Isı aldıkça birleşme olur.</p>		

Katı	Sıvı	Gaz
<p>H_2O → Buz kümesi</p> <p>Günkü suyun katı hali buzdur. Bir kalıp şeklindedir H_2O molekülleri arasında mesafe olmadığı için bu şekli alır.</p>	<p>Sıvı haldeyken akışkan olduğu için bu şekli alır. Günkü sular buldukları kabın şeklini alırlar H_2O molekülleri arasında mesafe olduğu için akışkan hal alır.</p>	<p>H_2O $100^\circ C$ gaz haline geçer</p> <p>H_2O molekülleri gaz halindeyken buharlaşmıştır bu şekli gösterilir.</p>

Ö₃₀

Katı	Sıvı	Gaz
 <p>Moleküller arası boşluk hiç yok.</p>	 <p>Katıya göre moleküller arası boşluk biraz fazla.</p>	 <p>En fazla boşluk gaz fazındaki moleküllerde.</p>

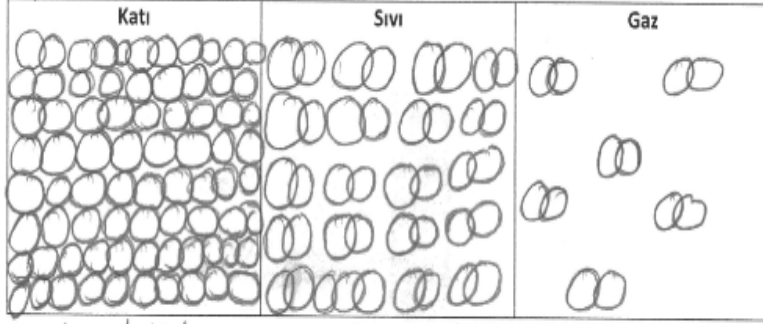
Ö₄₀



Ö₄₇



Ö₆₈

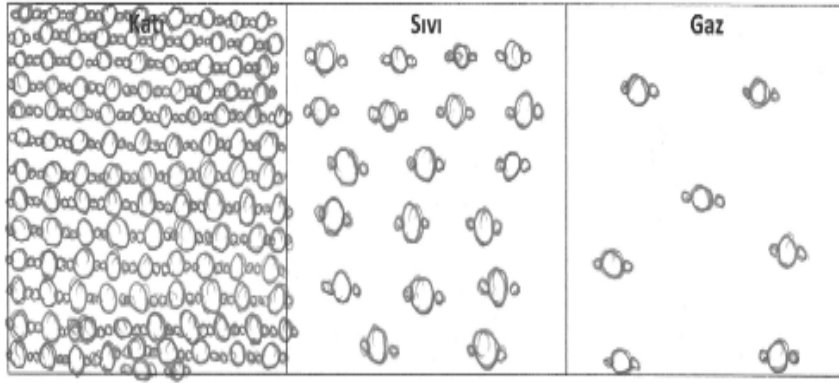


Su katı halde iken molekülleri arasında hiç boşluk yoktur.

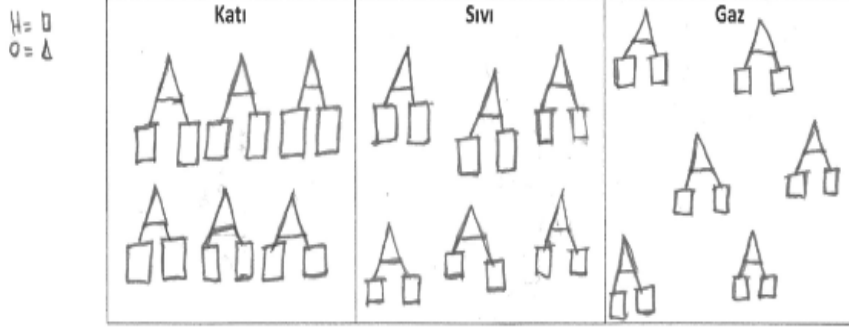
Sıvı halde iken çok az da olsa su molekülleri arasında boşluk vardır.

Gazlarda ise su molekülleri çok dağınık halde bulunur.

Ö78

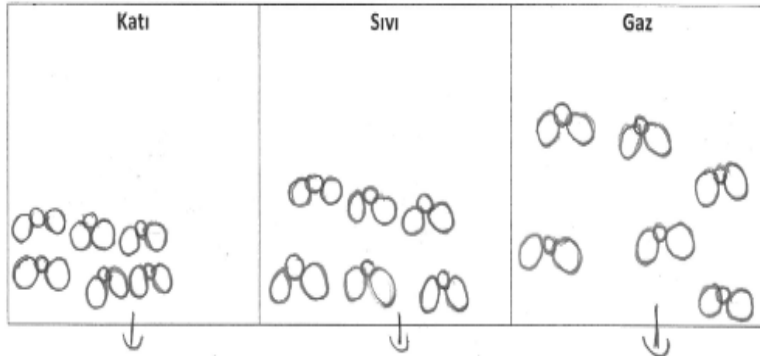


Ö82



Katıda daha düzenli bir haldedir.
Sıvıda düzenli hal biraz bozulur.
Gazda ise düzenli bir hal yoktur.

Ö83






Katılar sert oldukları için
moleküller arası
uzaklık en azdır.

Sıvılar akışkandır.
moleküller arası uzak-
lık biraz mesafelidir.



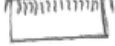
Gazlar uçucudurlar
bu yüzden moleküller
arası uzaklık en fazladır.

Ö90

Deney sonrası

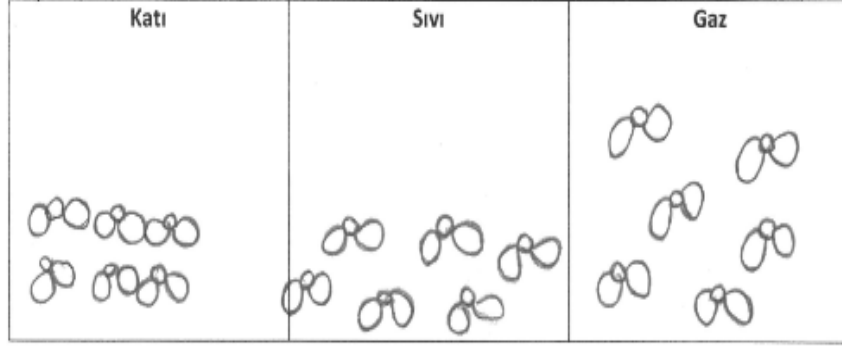
Katı	Sıvı	Gaz
		
<p>Katı halde su moleküllü arası boşluklar daha azdır. Moleküller arası çekim kuvveti daha fazla.</p>	<p>Sıvı halde moleküller arası boşluklar azdır.</p>	<p>Gaz halde moleküller arası boşluklar üçe artar.</p>

Ö16

Katı	Sıvı	Gaz
		

Katı haldeyken yoğunluktan dolayı sabit bir şekli vardır.
Sıvı haldeyken bulunduğu kabın şeklini alır.
Gaz halini gözlemek için kapalı bir kaptaki suya ısı verince buhar olduğuna ve moleküller yapının seyreldiğini anladık yine bulunduğu kabın şeklini ve hacmini aldı.

Ö23



Ö₉₀

Tablo 4'ten görüldüğü üzere Ö₂₃ ısı kaybettiğinde moleküllerin büzüleceğini, ısı aldığı zaman genişleyeceğini düşünmektedir, ayrıca katı taneciklerini düzenli bir şekilde çizmemiş, sıvı tanecikleri arasında olması gerekenden daha çok boşluk bırakmıştır. Ö₃₀ çiziminde tanecikli yapıyı göstermemiş, maddeyi bütünsel düşünerek çizim yapmıştır. Ö₄₀ katı halde tanecikler arasında hiç boşluk olmadığını düşünmektedir. Ö₄₇ çiziminde sıvıların öteleme hareketi yaptıklarını göz ardı ederek sıvı taneciklerini çok düzenli bir sıra ile göstermiş, aralarında çok boşluk bırakmıştır. Sıvıların, katılardan daha az düzenli olması durumunu, sadece sıvı tanecikleri arasındaki mesafeyi arttırarak açıklamış, sıvıların öteleme hareketleriyle birbiri üzerinden kayarak hareket ettiklerini göz ardı etmiştir. Bu duruma birçok öğrencinin çiziminde rastlanılmıştır. Ö₄₇ aynı zamanda katı taneciklerinin arasındaki mesafeyi fazla göstermiştir. Ö₆₈ çiziminde su moleküllerinin gösterimini yanlış yapmıştır. Ö₇₈ katı halde tanecikler arasında hiç boşluk olmadığını düşünmektedir. Ayrıca su moleküllerinin gösterimini yanlış yapmış, su taneciklerini katılar gibi düzenli olarak çizmiştir. Ö₈₂ katıların ve sıvıların tanecikli gösterimini yanlış çizmiştir. Ayrıca çiziminde su moleküllerinin geometrisini yanlış olarak göstermiştir. Sıvıların tanecikli yapıda gösterimlerinde katılara göre taneciklerin mesafesinin biraz daha artacağı öğrenciler tarafından bilinmektedir ancak çizimlerde bu mesafeyi fazla göstermekte gaz taneciklerinin mesafesine yakın çizimler yapmaktadırlar ayrıca sıvıların birbiri üzerinden kayma hareketi yaptığını ihmal etmektedirler. Birçok öğrenci bu hatayı yapmıştır. Ö₈₃ çiziminde tanecikler arasındaki mesafelere çok dikkat etmemiştir. Ayrıca moleküllerin duruşunu birbiriyle aynı olacak şekilde düzenli çizmiştir. Ö₉₀ katılarda moleküller arası uzaklığın az olmasını katıların sertliğine bağlamıştır. Ayrıca su moleküllerinin gösterimini yanlış yapmıştır. Öğrencilerin su molekülünü iki atomlu gaz gibi çizmeleri veya molekül geometrisini yanlış göstermeleri bu çalışmada rastlanılan bulgulardandır.

Deney sonrası çizim ve açıklamalarda da bazı öğrencilerin yanılgılarını sürdürdükleri belirlenmiştir. Ö₁₆, su moleküllerinin gösterimini yanlış çizmiş ve sıvı tanecikleri arasındaki mesafeyi fazla göstermiştir. Ö₂₃ ise maddeyi bütünsel olarak göstermiştir. Ö₉₀ deneyden önce sahip olduğu yanılgıları deneyden sonra da sürdürmüştür. Su moleküllerinin gösterimini yanlış yapmıştır. Ayrıca katılarda ve sıvılarda tanecikler arası mesafeyi doğru olarak gösterememiştir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Araştırmanın birinci sorusu olan maddenin katı, sıvı ve gaz hallerinde taneciklerin yaptıkları hareketlerin, ortaokuldan itibaren bilinmesi gereken bir konu olduğu düşünüldüğünde deneyden önce öğrencilerin doğru açıklama oranının çok düşük olması dikkat çekicidir. Deney sonrasında öğrencilerin doğru açıklamalarında bir artış gözlenmiştir ancak bu artışın yeterli seviyede olmadığı söylenebilir. Çünkü öğrencilerin istenilen çoğunluğu doğru cevaplar verememiştir. Yine de ilişkisiz açıklama ve boş cevap oranının düşmesi sevindiricidir. Araştırmanın ikinci sorusu olan, maddenin tanecik yapısını yine aynı şekilde üniversite öğrencilerinin bilmeleri gerektiği düşünüldüğünde, deneyden önce tam anlama oranının yüksek çıkması beklenen bir sonuçtur. Fakat deney öncesinde öğrencilerin yarısından fazlasının maddenin hallerinde taneciklerin durumunu bildikleri göz önüne alındığında, deney sonrasında doğru çizim-doğru açıklama oranında bir artış olmuştur ancak bu artış yine yeterli seviyede değildir denilebilir. Öğrenciler en fazla yanlış çizimi maddenin sıvı halinde yapmışlardır. Buna paralel olarak Griffiths ve Preston (1992) ve Meşeci vd. (2013) çalışmalarında öğrencilerin en çok maddenin sıvı halini yanlış çizdiklerini belirlemişlerdir.

Deney öncesinde ve sonrasında birinci soru için öğrencilerin yaptıkları açıklamalarda tespit edilen kavram yanılgıları şu şekildedir; "Sıvı haldeki maddeler katı cisimlere göre daha hızlı hareket eder.", öğrencilerin taneciklerin hareketleriyle ilgili yanlış kavramalara sahip olmaları Canbazoğlu vd. (2010) çalışmalarında da ortaya konulmuştur. "Katılar dönme ve öteleme yapamadığı için hareket edemez.", "Moleküler arası boşluk az olduğu için katılar hareketsizdir.", katı taneciklerinin hareketsiz oldukları yanılgıları Ormancı ve Balım (2014) ve Özalp (2008) çalışmalarında da belirlenmiştir. "Sıvılar bir etki olduğu anda cisme her taraftan bir etki kuvveti uyguladığı için dışarıdan yapılan etkiye en fazla tepkiyi bu halde verir.", öğrencilerin maddenin en fazla tepkiyi sıvı halde vereceği düşüncesi sıvı halde etkiye verilen tepkileri daha iyi gözlemlemelerinden kaynaklanabilir. "Sıvılar diğer hallere göre maddelerle daha fazla tepkimeye girdiği için dışarıdan yapılan etkiye en fazla tepkiyi verir.", "Sıvılar ısıtıldığında daha kolay buharlaşıp, soğutulduğunda donduğu için su sıvı haldeyken dışarıdan yapılan etkiye karşı en çok tepkiyi verir.", "Gazlarda boşluk sayısı en azdır.", "Gaz halinde tanecikler uçarak hareket eder." ve "Gaz halinde enerjileri fazla olduğu için dışarıdan yapılan etkiye en fazla tepkiyi gaz halinde verir.", öğrencilerin etki-tepki durumunu taneciklerin enerjileriyle karşılaştırmaları, gaz halinde taneciklerin kabın her yerine dağılıp kabın çeperlerine

çarpmasında dolayı olabilir. “Gaz halde kendisine çarpan bütün cisimlere tepki verdikleri için gazlar dışarıdan yapılan etkilere en fazla tepkiyi verir.”, “Moleküller arası çekim kuvveti az olduğu için gazlar dışarıdan yapılan etkiye en çok tepkiyi verir.”, “Madde gaz haldeyken direnç yok denecek kadar az olduğu için dışarıdan yapılan etkiye en fazla tepkiyi verir.” gibi yanılgılar da maddenin hangi fazda iken dışarıdan gelen etkilere en fazla tepki vereceği konusunda ortaya çıkmıştır.

Öğrencilerin deney öncesinde ve deney sonrasında ikinci soru için yaptıkları çizimlerde; katıların sert olduklarından molekülleri arası uzaklığın en az olduğu, katı halde tanecikler arasında hiç boşluk olmadığı, sıvı taneciklerinin öteleme hareketinin ihmal edilmesi, su moleküllerinin yanlış çizilmesi gibi yanılgılar tespit edilmiştir. Ayrıca bazı öğrencilerin ısı kaybettikçe moleküllerin büzüleceğini, ısı aldıkça genleşeceğini düşündükleri görülmüştür. Moleküllerin büzüleceği veya genleşeceği gibi molekülleri fiziksel halde düşünen öğrencilerin varlığı Ayas ve Özmen (2002) ve Griffiths ve Preston (1992) çalışmalarında da ortaya konmuştur. Maddenin bütünsel gösterimi de öğrencilerde var olan yanılgılardandır. Öğrencilerin olayları makroskobik seviyede açıklama eğiliminde oldukları Martín Del Pozo ve Porlán (2001), Ayas ve Özmen (2002) ve Stavridou ve Solomonidou (1998) çalışmalarında da belirlenmiştir.

Deney sırasında yapılan açıklamalar ve düzeltmeler düşünüldüğünde, öğrencilerin deney sonrasında da kavram yanılgılarını sürdürmeleri şaşırtıcıdır. Bu beklenmeyen durum, büyük ölçüde sınıfların kalabalık olması nedeniyle her masadaki deney grupları ile yeterli iletişim sağlanamamasına bağlanabilir. Bazı öğrencilerin bu sebeple yapılan deneyleri ve açıklamaları dinlemedikleri, dolayısıyla deney sonrasında da yanılgılarını sürdürdükleri düşünülmektedir. Bu noktada daha küçük deney gruplarıyla çalışılması öğrencilerin dikkatlerinin dağılmaması açısından önemli bulunmuştur. Diğer taraftan, bazı öğrencilerde var olan yanılgıların değişime dirençli olması yani yıllardır sahip oldukları zihinlerinde yer eden yanılgıların doğrularla değişiminin zor olması ve uzun süreli çalışmalar gerektirmesi de bunun sebebi olabilir. Uygulanan deney sayısını ve çeşitliliğini artırmanın öğrencileri ikna etmede etkili olacağı düşünülmektedir. Ayrıca uygulanan deney mikro boyutu anlamada yetersiz kalmış da olabilir. Bu doğrultuda mikro boyutu anlamaya yardımcı farklı deney ve materyaller kullanılarak söz konusu öğrencilerin yanılgılarının giderilip giderilemediğine tekrar bakılabilir.

Mikro boyuttaki konuları öğretirken öğrencilerin zihinlerinde kavram yanılgılarının oluşmaması için, kavramları mümkün olduğunca somutlaştırarak ve günlük hayatla ilişkilendirerek onları bu kavramların gerçekliğine inandırmak, mantıklarının kabul edebileceği düzeye getirmek gerekir. Bu konuda yardımcı olacak deney ve materyallerin tasarlanması adına araştırmacılara büyük görevler düşmektedir. Nitekim konuların sarmal ilerlemesi bakımından eğitimin her basamağında sahip olunan kavram yanılgılarının bir an önce giderilmesine ihtiyaç vardır. Hatta öncelikle öğretmen adaylarının sahip oldukları yanılgıların bilimsel doğrularla değiştirilmesi, bu yanılgıların ileride istemeden öğrencilerine taşınmalarına engel olunması açısından büyük önem taşımaktadır.

Kaynakça

- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. & Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eight graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 105-120.
- Adadan, E. (2014). Model-tabanlı öğrenme ortamının kimya öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı kavramını ve bilimsel modellerin doğasını anlamaları üzerine etkisinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33 (2), 378-403.
- Adadan, E. (2012). Using multiple representations to promote grade 11 students' scientific understanding of the particle theory of matter. *Research in Science Education*, 43 (3), 1079-1105.
- Adadan, E., Trundle, K. C. & Irving, K. E. (2010). Exploring grade 11 students' conceptual pathways of the particulate nature of matter in the context of multi representational instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (8), 1004-1035.
- Ayas, A. (1995). *Lise 1 kimya öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma. II. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu'nda sunulan bildiri*, ODTÜ Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Ayas, A. & Özmen, H. (2002). Lise kimya öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 19 (2).
- Brook, A., Briggs, H. & Driver, R. (1984). *Aspects of secondary students' understanding of the particulate nature of matter*. Leeds, UK: Children's Learning in Science Project, Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Canbazoğlu, S., Demirelli, H. & Kavak, N. (2010). Fen bilgisi öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı ünitesine ait konu alan bilgileri ile pedagojik alan bilgileri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 9 (1), 275-291.
- Çalık, M. & Ayas, A. (2002). *Öğrencilerin bazı kimya kavramlarını anlama seviyelerinin karşılaştırılması. 2000'li Yıllarda I. Öğrenme ve Öğretme Sempozyumu*, 29-31 Mayıs, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Çalık M., Ayas A. & Ünal S. (2006). Çözünme kavramıyla ilgili öğrenci kavramalarının tespiti: bir yaşlar arası karşılaştırma çalışması. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4, 309-320.
- Demircioğlu, G. (2003). *Lise II asitler ve bazlar ünitesi ile ilgili rehber materyal geliştirilmesi ve uygulanması*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, KTÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G. Ayas, A. & Kongur, S. (2012). Onuncu sınıf öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişme kavramları ile ilgili teorik ve uygulama bilgilerinin karşılaştırılması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9 (1), 162-181.

Franco, A.G. & Taber, K.S. (2009). Secondary students' thinking about familiar phenomena: Learners' explanations from a curriculum context where 'particles' is a key idea for organizing teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 31 (14), 1917-1952.

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

Haigh, M., France, B. & Gounder, R. (2011). Compounding confusion? When illustrative practical work falls short of its purpose-A case study. *Research in Science Education*, 42 (5), 967-984.

Kalın, B. & Arıklı, G. (2010). Çözeltiler konusunda üniversite öğrencilerinin sahip olduğu kavram yanlışları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4 (2), 177-206.

Karaçöp, A. & Doymuş, K. (2012). Effects of jigsaw cooperative learning and animation techniques on students' understanding of chemical bonding and their conceptions of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education Technology*, 22, 186-203.

Martín Del Pozo, R. & Porlán, R. (2001). Spanish prospective teachers' initial ideas about teaching chemical change. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 2 (3), 265-283.

Meşeci, B., Tekin, S. & Karamustafaoğlu, S.(2013). Maddenin tanecikli yapısıyla ilgili kavram yanlışlarının tespiti. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5 (9), 20-40.

Mumba, F., Chabalengula, V.M. & Banda A. (2014). Comparing male and female pre-service teachers' understanding of the particulate nature of matter. *Journal of Baltic Science Education*, 13 (6), 821-827.

Okumuş, S., Öztürk, B., Doymuş, K. & Alyar, M. (2014). Maddenin tanecikli yapısının mikro ve makro boyutta anlaşılmasının sağlanması *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 4 (1), 349-368.

Ormancı, Ü. & Balım, A.G. (2014). Ortaokul öğrencilerinin madde konusuna yönelik fikirleri: Çizim yöntemi. *İlköğretim Online*, 13 (3), 827-846.

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. (2011). Turkish primary students' conceptions about the particulate nature of matter. *International Journal of Environmental & Science Education*, 6 (1), 99-121.

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

Raviolo, A. (2001). Assessing students' conceptual understanding of solubility equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 78 (5), 629-631.

Stavridou, H. & Solomonidou, C. (1998). Conceptual reorganization and the construction of the chemical reaction concept during secondary education. *International Journal of Science Education*, 20 (2), 205-221.

Ültay, N. & Çalık, M. (2012). A thematic review of studies into the effectiveness of context-based chemistry curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 21 (6), 686-701.

Yağbasan, R. & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (13),102-120.