

T. C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM BÖLÜMÜ
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ ANABİLİM DALI

İLKÖĞRETİM 4, 6 ve 8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MADDE
KAVRAMI HAKKINDAKİ DÜŞÜNCELERİ

Pınar Sultan Akçay

Bolu- 2010

T. C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM BÖLÜMÜ
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ ANABİLİM DALI

İLKÖĞRETİM 4, 6 ve 8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MADDE
KAVRAMI HAKKINDAKİ DÜŞÜNCELERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN:

Pınar Sultan Akçay

TEZ DANIŞMANI:

Doç. Dr. Gülşen Bağcı Kılıç

Bolu- 2010

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE,

Pınar Sultan AKÇAY'a ait İlköğretim 4, 6 ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Madde Kavramı Hakkındaki Düşünceleri adlı çalışma, jürimiz tarafından Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.
15/03/2010

Akademik Unvan ve Adı Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Doç. Dr. Gülşen BAĞCI KILIÇ

Üye : Doç. Dr. Mehtap ÇAKAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Doğan DOĞAN

Sosyal Bilimler Enstitüsünün Onayı

Prof. Dr. Gönül ÜLKER

Enstitü Müdürü

ÖZET

Madde kavramının en temel fen kavramlarından olması ve öğrencilerin madde kavramını anlama düzeylerinin hal değişimi ve çözünme gibi kavramları öğrenmelerinde etkili olması, fen öğretmenleri öğrencilerin madde kavramını nasıl anlamlandırdıklarını araştırmaya yönlendirmiştir. Madde kavramı hakkında yurt dışında ve ülkemizde değişik araştırmalar yapılmıştır. Yapılan araştırmalar değişik öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin madde kavramını mikroskobik düzeyde anlamalarının yetersiz olduğunu göstermiştir. Ülkemizde bu konuda yapılan önceki araştırmalar daha çok ortaöğretim (lise) düzeyinde ya da ilköğretimin son kademelerinde yapılmıştır. Bu çalışmada, madde kavramının değişik detaylarda öğretildiği ilköğretim 4., 6. ve 8. sınıflarında okuyan öğrencilerin kavramı anlama düzeyleri nitel yolla araştırılmıştır.

Araştırma, Düzce şehir merkezinde bulunan bir ilköğretim okulunun 4, 6 ve 8. sınıflarında öğrenim gören on iki öğrenci ile yapılmıştır. Her sınıf düzeyinden değişik başarı düzeylerinde dört öğrenci seçilmiş ve öğrencilerle yarı-yapılandırılmış klinik görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerde ve verilerin analizinde Nakhleh ve Samarapungavan (1999) makalesindeki kavramsal yapı kullanılmıştır. Nitel verilerin analizinde içerik analizi uygulanmıştır. Kodların frekansı hesaplanarak elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

Çalışmanın sonucunda 4. sınıf öğrencilerinin maddelerin yapısını açıklarken makroskobik düzeyde düşündükleri, sınıf seviyesi arttıkça mikro düzeyde açıklamaların arttığı görülmüştür. Fakat şekerin kırılırken, suyun başka bir kaba ayrılması metalin bükülmesi gibi örnek olayları açıklarken üst sınıflardaki öğrenciler bile daha çok maddenin makro düzeydeki özelliklerini kullanmışlardır. Tuzun suda çözünme olayını da her seviyedeki öğrenciler daha çok makro düzeyde açıklamışlardır. Kürdanın şeklini korurken, suyun akması ve balondan çıkan havanın yayılmasını açıklarken 6. ve 8. sınıf öğrencileri daha çok mikro düzeyde açıklamalar yapmışlardır. Buzun erimesi olayını açıklamaya gelince ilginç sonuçlar ortaya çıkmış ve 6. ve 8. sınıf öğrencilerinin çoğu ve hatta 4. sınıf öğrencilerinden biri erime olayını mikro düzeyde açıklamıştır.

Sonuç olarak, maddenin yapısını anlama düzeylerinin sınıf seviyesi yükseldikçe makroskobik düzeyden mikroskobik düzeye doğru ilerlediği, fakat mikroskobik düzeyde açıklamada bulunan öğrencilerin maddenin uğradığı değişimleri ve esnek olmama ve akışkanlık gibi olayları mikroskobik düzeyde açıklayamadıkları anlaşılmıştır. Öte yandan, yalnızca buzun erimesi konusunda mikroskobik düzeydeki açıklamalarda görülen artışın, bu olayın Fen ve Teknoloji dersinde hal değişimlerine verilen en tipik örnek olmasından ve hal değişimini çözünme kavramından daha önce öğrenilmesinden kaynaklanmış olabileceğini düşündürmüştür.

Anahtar Kelimeler: maddenin tanecikli doğası, madde kavramı

ABSTRACT

Matter concept is one of the fundamental concepts in science learning and its conception affects students' further learning of science concepts such as phase change and dissolution. Thus, science educators frequently search and follow students' understanding of the matter concept. Recent research in Turkey and abroad showed out that students at different levels of education do not have adequate understanding of matter concept at microscopic level. Most of the research studies in Turkey were conducted at secondary level. In this study, students' level of understanding of the matter concepts at 4th, 6th, and 8th grades were searched through qualitative inquiry.

The study was conducted in an elementary school in Duzce. Four students at each of 4th, 6th, and 8th grades were chosen by their science teacher according to their level of success in the science course. Semi-structured clinical interviews were conducted with the students. Interview protocol and coding scheme were taken from Nakhleh ve Samarapungavan (1999). Content-analysis was applied in the analysis of the interview data. Frequency of codes were counted, graphed, and interpreted.

Results of the study showed that 4th graders thought at macroscopic level, but 6th and especially 8th graders progressed toward microscopic level in defining the structure of matter.

When students were asked to explain why sugar breaks down while water can be separated easily and metal can be bended, most of the students at upper grades (even 8th graders) proposed macroscopic properties of matters. Similarly, when they were asked to explain dissolution of salt in water, all of the students at 4th grade and most of the students at 6th and 8th grades explained at macroscopic level. When it was asked to explain how water can flow while air in a balloon escapes and a toothpick conserves its shape, 6th and 8th graders mostly proposed explanations at microscopic level. Interestingly, when it comes to explaining the melting of an ice cube, most of the

students at 6th and 8th grades and even one of the students at 4th grade explained melting process at microscopic level.

It was concluded that students reasoning processes about matter progressed toward from macroscopic level to microscopic level as their grade level increased. But, the students thinking at microscopic level in explaining the structure of matter proposed explanations at macroscopic level when they were asked to explain dissolution, fluidity, and rigidity. This would indicate that students at 8th grade developed some understanding at microscopic level, but they did not form a coherent reasoning system at microscopic level. Thus they could think at microscopic level while thinking on some processes such as melting while they could not think at that level on some other processes such as fluidity and rigidity. The reason for the increase in students' thinking at microscopic level in explaining the melting of an ice cube would be that it was a typical example given in teaching phase change at science courses.

Keywords: Particulate nature of matter, matter concept

TEŞEKKÜR

Bu günlere gelmemi sağlayan sevgili anne ve babama, bu alıőmanın hazırlanmasında ilgi ve yardımını her konuda esirgemeyen değerli danıőmanım Do. Dr. Gölően Bağcı Kılıç'a, jürimde yer alarak tezimin gelişmesine katkıda bulunan Doç. Dr. Mehtap akan ve Yrd. Doç. Dr. Doğan Doğan'a ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana her konuda destek olan sevgili eőim, oğlum ve kardeőime teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	SAYFA
ÖZET	<i>iii</i>
ABSTRACT	<i>v</i>
TEŞEKKÜR.....	<i>vii</i>
İÇİNDEKİLER.....	<i>viii</i>
TABLolar DİZİNİ	<i>x</i>
ŞEKİLLER DİZİNİ	<i>xi</i>

BÖLÜM I

1. GİRİŞ.....	1
1.1 ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ	3
1.2. ALT PROBLEMLER.....	3
1.3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ	3

BÖLÜM II

2. LİTERATÜR TARAMASI	4
-----------------------------	---

BÖLÜM III

3. YÖNTEM	9
3.1. KATILIMCILAR.....	9
3.2. VERİ TOPLAM ARACI.....	9

3.3. VERİLERİN TOPLANMASI	9
3.4. VERİLERİN ANALİZİ	10
3.5. SINIRLILIKLAR	10
3.6. SAYILTILAR	10

BÖLÜM IV

4. BULGULAR	11
4.1. MADDENİN İLK TARİFİ	11
4.2. MADDENİN YAPISI	17
4.3. AKIŞKANLIK KIRILGANLIK VE ESNEKSİZLİK	25
3.3.a. AKIŞKANLIK VE KIRILGANLIK	25
3.3.b. AKIŞKANLIK VE ESNEKSİZLİK	29
4.4. HAL DEĞİŞİMİ	34
4.5. ÇÖZÜNME	40
5. TARTIŞMA	43
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	49
KAYNAKÇA	51
EK 1: Görüşme Protokolü	53
EK 2: Kodlama kategorileri için hazır tanımlamalar	56
ÖZGEÇMİŞ	60

TABLULAR DİZİNİ:

TABLO NO VE ADI	SAYFA
Tablo 1: Maddenin İlk Tarifiyle İlgili Öğrencilerin Görüşleri	
Kodlama Özeti	14
Tablo 2: Öğrencilerin Şeker, Su ve Metal parçasının Akışkanlığı	
Ve Kırılgenlığı İle İlgili Açıklamaları.....	26
Tablo 3: Öğrencilerin Su, Kürdan ve Gazın Akışkanlığı	
Ve Esneksizliğı Hakkındaki Açıklamaları	30

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL NO VE ADI	SAYFA
Şekil 1. Öğrencilerin Maddeleri İlk Tarifi	12
Şekil 2. Öğrencilerin Maddelerin Yapısı Hakkındaki Açıklamaları	17
Şekil 3. Öğrencilerin Her Bir Maddenin Yapısı Hakkındaki Açıklamaları.....	22
Şekil 4. Öğrencilerin Hal Değişimi İle İlgili Açıklamaları.....	35
Şekil 5. Öğrencilerin Çözünme Olayını Açıklamaları	40

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bilim ve teknolojinin ve bunlara paralel olarak sahip olunan bilgi birikiminin çok hızlı bir şekilde arttığı günümüzde, bu bilgi birikiminin tümünün öğrenenlere aktarılması mümkün olamayacağı için, son yıllarda bilgilerin birbirinden bağımsız bilgi parçaları olarak öğretilmesinden çok kavramların derin bir şekilde öğretimine önem vermeye başlanmıştır.

Sınıfta öğrenme-öğretme sürecini etkileyen en önemli faktörlerden biri öğrencilerin temel kavramlar hakkında geliştirdikleri düşüncelerdir. Kavramlar bilgilerin yapı taşlarını, kavramlar arası ilişkiler de bilimsel ilkeleri oluşturmaktadır. İnsanlar çocukluktan başlayarak düşüncenin birimleri olan kavramları ve isimlerini öğrenirler, onları sınıflarlar, aralarındaki ilişkileri bulurlar ve böylece bilgilerine anlam kazandırarak yeni bilgiler ve yeni kavramlar oluştururlar. Bu süreç, öğrencilerin öğrenmelerinin daha kalıcı olmasını ve yeni öğrendikleri bilgileri farklı durumlara uygulayabilmelerini sağlamaktadır (Baird ve Mitchell, 1986). Eğitimciler ve araştırmacılar tarafından fen (özellikle kimya) kavramlarının soyut düşünme yeteneği henüz tam gelişmemiş öğrenciler için zor olduğu kabul edilmektedir. Literatürde pek çok çalışmada öğrencilerin fen ve kimya kavramlarının çoğu ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanılgıları incelenmiştir. En çok incelenen kavramlardan biri de maddenin tanecikli yapısıdır (Ayaş ve Özmen, 2002; Boz, 2006; de Jong, van Driel ve Verloop, 2005; Kokkotas, Koulaidis ve Viachos, 1998; Liu ve Lesniak, 2005; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999; Nakhleh, Samarapungavan ve Sağlam, 2005; Özmen, Ayaş ve Coştu, 2002; Valanides, 2000; Yılmaz ve Alp, 2006). Fen eğitiminde maddenin tanecikli yapısının öğrenciler tarafından iyi öğrenilmesi çok büyük önem taşımaktadır.

Yapılan çalışmalar, öğrencilerin sınıfa belli bir bilgi birikimiyle geldiğini göstermiştir. Bu bilgi birikimi onların duygusal ve sosyal çevrelerinden yaşantı yoluyla elde ettikleri kavramlardır. Sahip oldukları bu kavramlar bazen formal eğitimde aldıkları kavramları desteklerken bazen de onların doğru öğrenilmesini engellemektedir.

Madde kavramının öğretimine ilkokulda başlanır ve üniversiteye kadar geliştirilerek öğretimine devam edilir. Eğitimciler, maddenin tanecikli yapısının teorik kimyanın temel parçası olduğu, orta ve yüksek öğretim müfredatının temel konusu olduğu ve aynı zamanda çeşitli kimya kavramlarını öğrenmede temel teşkil ettiği noktasında aynı fikirdedirler (Tsai, 1999; Snir, Smith ve Raz, 2003). Dolayısıyla küçük yaşlarda maddenin doğasının keşfedilmesi, ilerleyen yıllarda çocukların daha detaylı kavramları anlamasını kolaylaştırır.

Maddenin doğası ile ilgili temel kavramlar İlköğretimin 4. sınıfından başlayarak öğretilmektedir. Öğrenciler bu kavramların atom ve molekül gibi soyut terimlerle yapılan tanımlarıyla erken yaşlarda tanışmaktadırlar. Oysa yapılan çalışmalar (Lawson ve Renner, 1975; Cantu ve Herron, 1978; Marek, 1986a; Marek 1986b) öğrencilerin soyut kavramları mantık yürütebilme kabiliyetlerinin geliştiği 14. ve 15. yaşlarda ancak öğrenebileceklerini göstermiştir. Piaget'e göre çocuklarda zihin gelişimi dört dönem içerisinde gerçekleşmektedir. Piaget bunları motor dönem, işlem öncesi dönem, somut işlemler dönemi ve soyut işlemler dönemi olarak sıralamıştır. İlk iki dönem çocuğun 0–7 yaş döneminde tamamlanır. Somut işlemler döneminde (7–12 yaş) çocuk ancak elle tutup gözle görebildiği (somut) işlemleri yapabilir. Soyut olan; elle tutulup, gözle görülemeyen işlemleri henüz gerçekleştiremez. Bu dönemde çocuklara verilecek eğitim, onların kazanmakta oldukları becerileri uygulamaya yönelik olmalıdır. Soyut işlemler döneminde (12 yaş ve sonrası) ise birey ergenlik dönemi içerisinde ve bir yetişkin gibi düşünebilmeye başlar. Bu dönemde zihinsel işlemler yapabilir ve hipotez geliştirerek problemlere analitik çözümler getirebilir (Piaget, 1973; Martin, Sexton, Wagner, Gerlovich, 1997).

Bu çalışma çocukların zihinsel gelişimleri ile fen kavramlarını anlama düzeyleri arasında ilişki olduğu varsayılarak, değişik yaşlardaki çocukların bir maddenin tanecikli yapısını anlama düzeyini araştırmakta ve fen öğretmenleri için yararlı bilgiler üretmeye çalışmaktadır.

1.1. Araştırmanın Problemi:

Bu araştırmanın problemi ilköğretim 4., 6. ve 8. sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı hakkındaki düşüncelerini belirlemektir.

1.2. Alt Problemler:

1. İlköğretim 4., 6. ve 8. sınıf öğrencilerinin madde hakkındaki görüşleri nelerdir?
2. İlköğretim 4., 6. ve 8. sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısını açıklamalarında sınıf seviyesine göre bir fark var mıdır?
3. İlköğretim 4., 6. ve 8. sınıf öğrencilerinin maddenin akışkanlık, kırılgenlik ve esnememe gibi özelliklerini açıklamada maddenin tanecikli yapısı ile ilgili bilgilerini kullanmaları arasında sınıf seviyesine göre fark var mıdır?
4. İlköğretim 4., 6. ve 8. sınıf öğrencilerinin hal değişimi ve çözünme olaylarını açıklamada maddenin tanecikli yapısı ile ilgili bilgilerini kullanmalarında sınıf seviyesine göre fark var mıdır?

1.3. Araştırmanın Önemi:

Fen öğretiminde özellikle kimya kavramlarının anlaşılmasında maddenin tanecikli yapısının anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Maddenin tanecikli yapısı kavramı ilköğretim okullarında 4. sınıftan itibaren öğretilmektedir. Yapılan bu çalışma ilköğretim öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını öğrenmeye başladıkları 4. sınıftan itibaren 6. ve 8. sınıflarındaki zihinsel gelişimleri ile maddenin tanecikli yapısını anlamaları arasındaki farkı göstermek açısından önemlidir.

Bundan sonraki bölümde madde kavramı ile ilgili yurt içinde ve yurt dışında yapılan çeşitli araştırmalar ve bu araştırmaların önemli bulguları üzerinde durulacaktır.

BÖLÜM II

LİTERATÜR TARAMASI

Çalışmanın bu bölümünde maddenin tanecikli yapısı ile ilgili literatürde yer alan araştırmalar ve temel bulguları ile ilgili bilgi verilmektedir.

Madde kavramı konusunda yapılan araştırmaların bazıları öğretmen adayları ile çoğunluğu ise değişik öğretim seviyesindeki öğrencilerle yapılmıştır.

Bu konuda öğretmen adaylarıyla yapılan araştırmalardan biri Özmen, Ayaş ve Coştu (2002) araştırmasıdır. Araştırmacılar, KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği ikinci sınıfta okuyan toplam 190 öğrenciye üç açık-uçlu sorudan oluşan bir test uygulayarak öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısını anlama seviyelerini belirlemeye çalışmışlardır. Öğretmen adaylarının cevapları ayrıntılı olarak analiz edilmiş ve anlama, kısmen anlama, yanlış anlama, anlamama ve cevapsız şeklinde beş kategoride toplanarak yüzde oranları hesaplanmıştır. Buna göre, öğretmen adaylarının anlama kategorisindeki cevaplarının %16–18 arasında, kısmen anlama kategorisindeki cevapları %37–53 arasında, yanlış anlama kategorisindeki cevapları ise %16–24 arasında değişmiştir. Tam anlama kategorisi dikkate alındığında ise öğrencilerin maddenin tanecikli yapısına ilişkin doğru cevap verme oranlarının oldukça düşük olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını anlamada ve bazı günlük olayları bu kavram ile açıklamada çeşitli problemler yaşadıklarını göstermiştir.

Valandies (2000) Kıbrıs Üniversitesinde öğrenim gören 20 bayan ilkökul öğretmeni adayı ile birebir görüşmeler yapmıştır. Görüşme soruları iki önemli kategoriden oluşmuştur. İlk olarak katı ve sıvıların renk, tat, hacim, yoğunluk ve yanıcılık gibi makroskobik özellikleri ile bir katının (tuz ya da şeker) bir sıvıda çözüldüğünde veya iki sıvı (alkol ve su) karıştırıldığında bu özelliklerin nasıl değiştiği sorulmuştur. Çözeltilerin ısıtılması ya da süzülmesinin öğretmen adaylarının anlamalarına etkisi de incelenmiştir. Soruların ikinci kategorisinde ise makroskobik değişiklikleri, molekül çeşidi ve hareketleri gibi maddenin tanecikli yapısındaki değişimlerle ilişkilendirmeleri istenmiştir. Görüşmeler sonucunda çalışmaya katılan ilkökul öğretmeni adaylarının çoğunun çözünme süreci boyunca,

çözelti süzüldüğünde ya da ısıtıldığında meydana gelen değişiklikleri açıklamada zorlandıkları görülmüştür. Ayrıca aday öğretmenlerin çoğunun maddenin tanecikli yapısı ile ilgili kısıtlı anlamalar sergiledikleri ve makroskobik değişimlerle mikroskobik değişimleri ilişkilendirmede zorlandıkları gözlenmiştir.

Değişik öğretim seviyelerindeki öğrencilerle yapılan araştırmalar ise daha fazla sayıda ve çok daha farklı yöntemlerle yapılmıştır. Bu tür çalışmalardan biri Nakhleh ve Samarapungavan (1999) tarafından ilkokul öğrencilerinin (7–10 yaş) maddenin tanecikli yapısı hakkında herhangi bir formal eğitim almadan önceki düşüncelerini belirlemek için yapılan çalışmadır. Bu çalışmada 15 öğrenciyle yarı-yapılandırılmış bir görüşme protokolü uygulanarak farklı fiziksel hallerdeki (katı, sıvı ve gaz) maddelerin makroskobik ve mikroskobik özelliklerini anlamaları araştırılmıştır. Çocukların ortaya koydukları düşünceler makro-sürekli, makro-tanecik ve mikro-tanecik kategorilerinde sınıflandırılmıştır. Dokuz öğrencinin maddenin yapısı hakkında makro-tanecik, üç öğrencinin mikro-tanecik ve üç öğrencinin ise makro-sürekli açıklamalarda buldukları gözlenmiştir.

Nakhleh, Samarapungavan ve Sağlam (2005) lise öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı hakkındaki fikirlerini incelemiş ve ilkokul öğrencilerinin anlamaları ile karşılaştırmıştır. Dokuz lise öğrencisi ile görüşmeler yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, öğrencilerin çoğu maddenin atom ve moleküllerden oluştuğunu bilmiş ve bazıları hal değişimi gibi süreçleri açıklamada bu bilgiyi kullanabilmiştir. İlkokul öğrencileriyle yapılan çalışmalarıyla (Nakhleh ve Samarapungavan, 1999) karşılaştırıldığında maddenin atom ve moleküllerden oluştuğu fikrinin ilkokul öğrencileri arasında daha az oluştuğunu bulmuşlardır.

Nakhleh, Samarapungavan, Sağlam ve Duru (2008) Türkiye’de 8. sınıf öğrencilerinin maddenin doğası hakkındaki anlamalarını araştırdıkları ve Amerikalı akranları ile karşılaştırdıkları çalışmalarında; ortaokul öğrencilerinin çoğunun maddenin atomlardan oluştuğunu bildiklerini ancak makroskobik özelliklerin ve süreçlerin açıklanmasında bu bilgiyi kullanamadıklarını görmüşlerdir. Amerikalı öğrencilerle karşılaştırıldığında, maddenin mikro-tanecikli doğasını açıklamada Türk öğrencilerin daha uygun terimler kullandıklarını ancak maddenin makro özelliklerini

ve süreçlerini açıklamada Amerikalı öğrencilerin daha karmaşık ve detaylı bilgiler verebildiklerini görmüşlerdir.

Özmen ve Kenan (2007) 4, 5 ve 6. sınıf ilköğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli doğası hakkındaki anlayışlarını bir test ile belirlemeye çalışmışlardır. Bu amaçla katı, sıvı ve gaz maddelerin hal değişimi, ısıtma, soğutma ve sıkıştırılma süreçleri sırasında mikroskopik özelliklerinde meydana gelen değişimi belirlemeye yönelik 36 maddeden oluşan bir testi 139'u 4. sınıf, 121'i 5. sınıf ve 151'i 6. sınıf olmak üzere toplam 411 öğrenciye uygulamışlardır. Teste verilen cevaplar incelendiğinde; öğrencilerin maddenin mikroskopik özellikleri (taneciklerin düzeni, tanecikler arası boşluk) ile ilgili anlamalarının oldukça düşük düzeyde olduğu ve kavram yanılgılarına sahip oldukları bulunmuştur.

Ayaş, Özmen ve Çalık (2009) ise ortaöğretimden yüksek öğretime öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlamalarını araştırmıştır. Bu amaçla beş açık-uçlu sorudan oluşan anket ortaöğretimden yüksek öğretime değişen eğitim seviyelerindeki 166 öğrenciye uygulanmıştır. Sonuç olarak, öğrencilerin tam anlama kategorisindeki cevapların sayısının eğitim seviyesiyle artış gösterdiği ortaya çıkarılmıştır.

Ayaş ve Özmen (2002) tarafından yapılan bir başka çalışmada, lise öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısını kavrama düzeylerini belirlemek için günlük olaylarla ilişkili beş sorudan oluşan bir test, Trabzon ilinde çeşitli okullardan seçilen toplam 150 lise 1. sınıf ve 100 lise 2. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Öğrencilere her bir soruda değişik durumlar verilmiş ve maddenin tanecikli yapıya sahip olduğu fikrini de kullanarak testi cevaplandırmaları istenmiştir. Öğrencilerin cevapları anlama, yanlış anlama, anlamama ve cevap vermeme şeklinde dört kategoriye ayrılmıştır. Lise 1. sınıf öğrencilerinin anlama seviyesindeki cevaplarının oranı %17–35 arasında, lise 2. sınıf öğrencilerinininki ise %24–44 arasında değişmiştir. Öğrenci cevaplarının analizinden bu kavramın yeterince anlaşılmadığı sonucuna varılmıştır.

Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein (1986) onuncu sınıf öğrencilerinin madde hakkındaki düşüncelerini almak üzere 300 öğrenci üzerinde yaptıkları bir çalışmada,

öğrencilerden, iki atomun (birisi bir parça bakır telden, diğeri bakır telin buharlaştırılması ile elde edilen gazdan izole edilen) özelliklerini karşılaştırmalarını istemişlerdir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin yaklaşık yarısının maddenin elektrik iletkenliği, renk ve bükülebilirlik gibi özelliklerinin tek bir atomun özelliği olduğuna inandığı ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca öğrencilerin atom ve molekül terimlerini kullanabilmelerine rağmen bu terimleri maddenin tanecikli modeli ile ilişkilendiremedikleri tespit edilmiştir.

Başka bir çalışmada Boz (2006), 6., 8. ve 11. sınıflardaki (13, 15, 17 yaş) öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını faz değişim kapsamında katı, sıvı ve gaz maddelerin taneciklerinin düzeni ve hareketleri ile ilgili altı açık-uçlu soru kullanarak açıklamaya çalışmışlardır. Sonuçlar çoğu öğrencinin hatta büyüklerin de, fen öğretimine rağmen faz değişimini açıklarken tanecikli yapıyı uygulamada zorluklara sahip olduklarını göstermiştir.

Liu ve Lesniak (2006) öğrencilerin ilkokuldan liseye kadar madde kavramını anlama seviyelerindeki değişimi incelemek amacıyla 1–10. sınıf seviyelerinde toplam 54 öğrenci ile görüşmeler yapmışlardır. İlkokuldan liseye öğrencilerde madde kavramının gelişiminin çok yönlü olduğunu ve ayrıca farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin kullandıkları kavramlar arasında çok fazla örtüşme olduğu bulunmuştur.

Yılmaz ve Alp (2006) yaptıkları çalışmada 8., 10. ve 11. sınıf öğrencilerine uyguladıkları kavram testi ile madde kavramındaki öğrenci başarılarına sınıf seviyesinin etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak, öğrenci başarısında sınıf seviyesinin 11. sınıflar lehine önemli bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Testte 10. sınıf öğrencileri 8. sınıf öğrencilerinden ve 11. sınıf öğrencileri de diğerlerinden daha başarılı bulunmuştur.

Literatürde; öğrencilerin, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı hakkındaki görüşlerini belirlemeye yönelik birçok çalışma vardır. Fakat küçük sınıf seviyelerinin maddenin tanecikli yapısını anlamalarının karşılaştırılmasına yönelik yapılan çalışma sayısı azdır.

Kimya kavramlarının ortaöğretim seviyesinde öğrenilebilmesi için ilköğretim seviyesinde maddenin tanecikli yapısını iyi öğrenmeleri ve bu bilgiyi

maddenin değişimini açıklamada kullanabilmeleri gerekmektedir. Bu alışma ilköğretimin farklı seviyelerinde öğrenim gören öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını anlamalarını karşılaştırması açısından fen ğretimcilere farklı bir ışık tutacaktır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Araştırma 2009 yılında Düzce ilinde değişik sosyo-ekonomik düzeyde öğrencileri olan bir ilköğretim okulu öğrencileri ile yarı-yapılandırılmış görüşmelerle gerçekleştirilmiştir.

3.1. Katılımcılar:

Katılımcılar araştırmanın gerçekleştirildiği ilköğretim okulunun 4, 6 ve 8. sınıflarında öğrenim gören öğrencilerden fen öğretmenleri tarafından değişik başarı düzeylerine göre seçilmiştir. 4. sınıf öğrencilerinden 4 (2 kız, 2 erkek), 6. sınıf öğrencilerinden 4 (2 kız, 2 erkek) ve 8. sınıf öğrencilerinden 4 (2 kız, 2 erkek) olmak üzere toplam 12 öğrenci çalışmaya katılmıştır.

3.2. Veri Toplama Aracı

Görüşme protokolü olarak öğrencilerin madde hakkındaki alternatif kavramlarını ortaya çıkarmaya yönelik olarak hazırlanmış bir görüşme protokolü (Nakhleh & Samarapungavan, 1999) (Ek 1) kullanılmıştır.

Görüşme protokolü üç alt bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde saf maddelerin özellikleri ile ilgili, ikinci bölümde maddenin tanecikleri arasındaki ilişki ile ilgili ve üçüncü bölümde ise, hal değişimi ile ilgili sorular sorulmuştur. Tanımlayıcı ve açıklayıcı olmak üzere iki tipte soru sorulmuştur. Tanımlayıcı sorularda her çocuğa farklı maddeler verilmiş ve bu maddelerin özelliklerini tarif etmeleri istenmiştir. Açıklayıcı sorularda ise, madde ile ilgili bir olay örnek gösterilerek açıklaması istenmiştir. Örneğin, tuz suyun içine karıştırılmış ve bu olayı açıklaması istenmiştir. Ayrıca, maddenin üç hali ile ilgili öğrencilerin alternatif kavramları da araştırılmış ve bunun için küp şeker, metal parçası, gaz dolu balon ve su gibi maddeler kullanılmıştır.

3. 3. Verilerin toplanması

Öğrencilerle yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerde görüşme protokolündeki sorular temel alınmakla birlikte gerektiğinde ek sorular

yöneltilmiştir. Görüşmeler aynı zamanda klinik görüşmedir. Çünkü öğrencilerin maddenin özelliklerini makroskobik ve mikroskobik düzeyde (atom ve molekül düzeyinde) açıklamalarını sağlayacak değişik madde örnekleri kullanılarak sorular bunlar üzerinden sorulmuştur. Örneğin, bir buz parçasının erimesi gözlenirken öğrencilerin erime olayını açıklamaları istenmiştir.

Görüşmeler okulda Fen ve Teknoloji Laboratuvarında yapılmıştır. Her bir görüşme yaklaşık 15 dakika sürmüştür. Görüşmeler ses kayıt cihazı ile kaydedilmiş ve kaydedilen veriler çözümlenmiştir.

3.4. Verilerin analizi

Veriler, literatürde var olan verilerle sağlıklı karşılaştırmalar sağlamak amacıyla Nakhleh& Samarapungavan (1999) makalesindeki kavramsal yapı (Ek 2) kullanılarak kodlanmıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen bu nitel veriler içerik analizi (Yıldırım ve Şimşek, 2008) yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sırasında öğrencilerin tarifleri ve açıklamaları kodlama şemasındaki kategorilere kodlanmıştır. Daha sonra, kodların frekansı çıkarılarak gerekli grafikler çizilmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

3.5. Sınırlılıklar

1. Bu araştırma maddenin tanecikli yapısı hakkındaki görüşleri tespit etmek için kullanılan görüşme protokolü ile sınırlıdır.
2. Bu çalışma Düzce ilinde bir ilköğretim okulunun 12 öğrencisi ile sınırlıdır.

3.6. Sayıtlar

Çalışmaya katılan öğrencilerin görüşmede sorulan sorulara verdikleri cevaplarda samimi oldukları varsayılmaktadır.

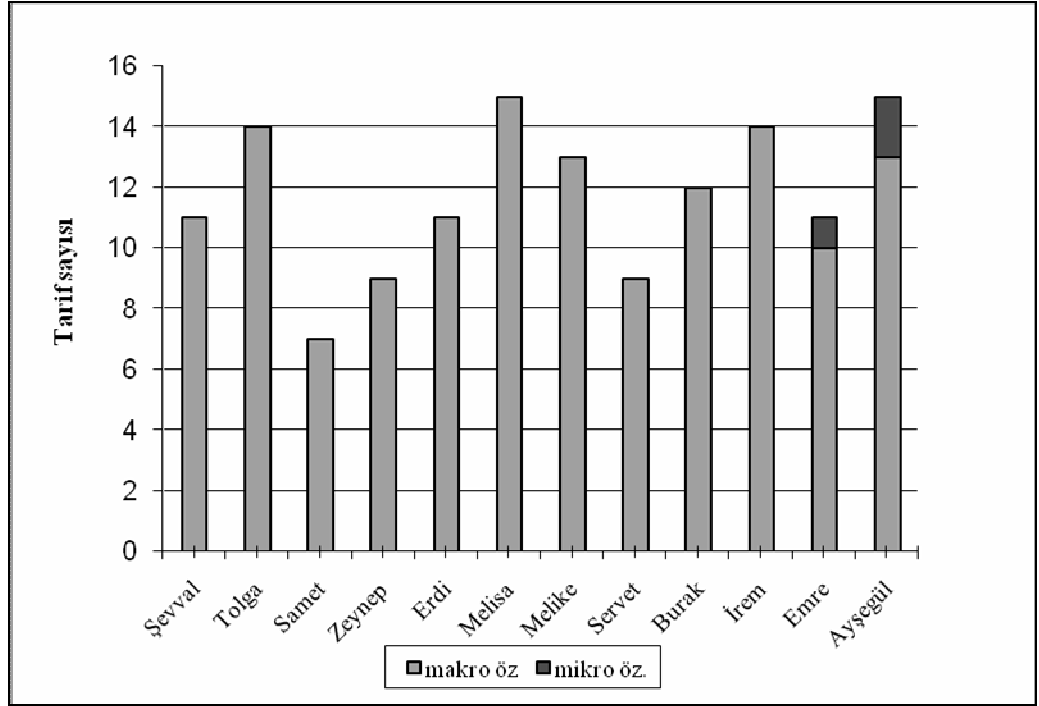
BÖLÜM IV

BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde öğrencilerin görüşme sorularına verdikleri cevaplar Nakhleh ve Samarapungavan (1999) makalesinde kullanılan kavramsal yapı kullanılarak kodlanmış, kodların frekansları hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar yorumlanmaya çalışılmıştır. Bu bölümde her bir alt probleme ait bulgular ayrı bölümlerde sunulacaktır.

4.1. Maddelerin İlk Tarifi

İlk olarak öğrencilere günlük hayatta sıkça karşılaştıkları şeker küpü, kürdan, bakır tel, metal parçası, su, gaz dolu balon gibi maddeler gösterilerek bu maddelerin özellikleri sorulmuştur. Öğrencilerin ilk madde tarifleri analiz edilirken tat, fonksiyon, şekil, büyüklük, doku, görsel özellikleri gibi gözle görülebilir özellikler makroskobik (makro) özellikler ve atom ya da moleküllerden oluşması gibi özellikler ise mikroskobik (mikro) özellikler olarak sınıflandırılmıştır. Öğrencilerin maddenin ilk tarifinde belirttikleri makro ve mikro özellikler Şekil 1'deki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 1. Öğrencilerin maddeleri ilk tarifi

Görüşmeye katılan 4. ve 6. sınıf öğrencilerinin tamamı maddeleri ilk tarif ederken makroskobik düzeyde açıklamalar yapmıştır. 8. sınıf öğrencileri de maddeleri tarif ederken makro özellikleriyle tarif etmişler, sadece iki öğrenci (Emre ve Ayşegül) birkaç maddede mikroskobik düzeyde açıklamalar yapmıştır. Ayşegül'ün görüşme kaydından alınan aşağıdaki alıntı bu mikro düzeydeki açıklamayı göstermektedir:

Görüşmeci: Bu bir metal parçası. Lütfen bu metal parçasının özelliklerini anlatır mısın?

Ayşegül: Demirden yapılmıştır. Katıdır. Dövülerek şekil verilmiştir. Demir atomlarından oluşur.

Görüşmeci: Küçük tanecikleri düşündüğümüzü varsayarsak, bütün tanecikler birbirinin aynısı mı yoksa birbirinden farklıdır?

Ayşegül: Hepsi demir atomudur. Yani aynıdır.

Görüşmeci: Bu kutunun içinde oyun hamuru var. Lütfen bu hamuru kullanarak bu küçük taneciklerin neye benzediğini gösterir misin?

Ayşegül: (Oyun hamuruyla gösterirken) Küçük küreler şeklindedir ve sıkışık bir halde bir arada bulunurlar.

Maddenin en çok tarif edilen makroskobik özellikler neden yapıldığı (demirden yapılmıştır gibi) (22), dokusu (18), maddenin kullanım şekli (çaya atarız, gibi) (16), insan etkisi (15), maddenin öğrenciler tarafından belirtilen diğer özellikleri (11), tat (6), maddenin görünür özellikleri (5), ve şeklidir (1).

Öğrencilerin verdikleri cevapların kodlama özeti daha detaylı incelenebilmesi için Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Maddenin ilk tarifi ile ilgili öğrenci görüşleri

Öğrenci (ad, cinsiyet, sınıf düzeyi)	Öğrencilere gösterilen maddeler				
	Şeker küpü	Kürdan	Metal parçası	Su	Hava dolu balon
Şevval (K, 4. sınıf)	Makro özellikler (tat, kullanım şekli, neden yapıldığı)	Makro özellikler (neden yapıldığı, şekil, doku)	Makro özellikler (doku-sert, soğuk, insan eylemi- kırılmaz)	Makro özellikler (görsel- renksiz, kullanım amacı- içeriz, temizlikte kullanırız)	Makro özellikler (fonksiyon-nefes almamızı sağlar, olmazsa yaşayamayız, görsel- rengi yoktur görülmez ama hissedebiliriz)
Tolga (E, 4. sınıf)	Makro özellikler (şekil, tat, kullanım amacı)	Makro özellikler (neden yapıldığı, doku, insan eylemi- kırabiliriz)	Makro özellikler (doku- sert, soğuk, insan eylemi, kırılmaz)	Makro özellikler (diğer öz- aktıdır, maddenin hali- sıvıdır, fonksiyon- içeriz, temizlikte kullanırız, görsel- renksiz ve kokusuzdur.)	Makro özellikler (fonksiyon- nefes alırız, görsel- göremeyiz, hissederiz)
Samet (E, 4. sınıf)	Makro özellikler (neden yapıldığı)	Makro özellikler (neden yapıldığı, maddenin hali, insan eylemi- yere atsak kırılmaz)	Makro özellikler (doku- sert, tozları birleştirilerek yapılmış)	Makro özellikler (maddenin hali- sıvıdır. Diğer öz- konulduğu kabın şekli alır)	Yanıtız
Zeynep (K, 4. sınıf)	Makro özellikler (kullanım şekli)	Makro özellikler (neden yapıldığı, doku, insan eylemi- yere atsak kırılmaz)	Makro özellikler (neden yapıldığı- demir, doku- sert)	Makro özellikler (fonksiyon- içmek için yemek yapmak için kullanılır)	Makro özellikler (maddenin hali- gaz, insan eylemi- balon açılırsa gaz her tarafa yayılır)

Tablo 1'in devamı: Maddenin ilk tanımı ile ilgili öğrenci görüşleri

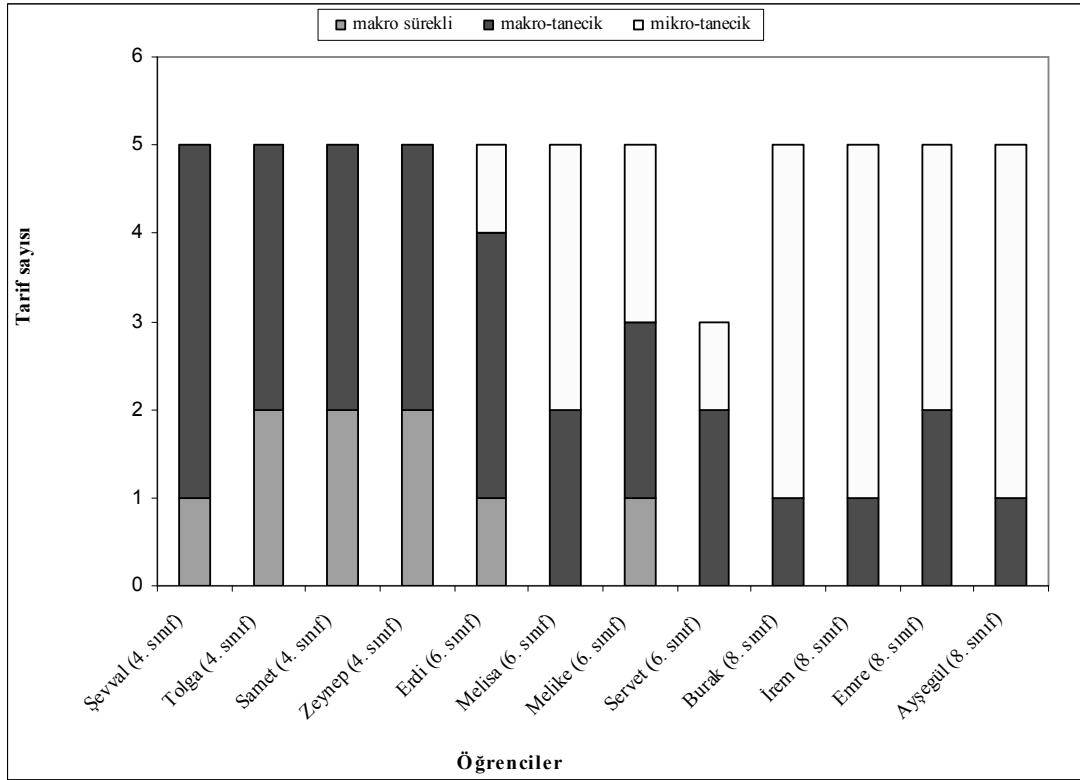
Öğrencilere gösterilen maddeler		Hava dolu balon	
Şeker küpü		Su	
Kürdan		Metal parçası	
Öğrenci (ad, cinsiyet, sınıf düzeyi)			
Erdi (E, 6. sınıf)	<p>Makro özellikler (tat- tatlıdır, neden yapıldığı- şeker pancarından yapılmıştır, maddenin yapılmıştır)</p> <p>Makro özellikler (neden yapıldığı- ağaçtan demirden yapılmıştır, maddenin yapılmıştır)</p> <p>Makro özellikler (tat- tatlıdır, neden yapıldığı- ağaçtan demirden yapılmıştır, maddenin yapılmıştır)</p>	<p>Makro özellikler (maddenin hali- sıvıdır, diğer öz- konuldu kabın oksijen, karbondioksit var)</p> <p>Makro özellikler (maddenin hali- sıvıdır, diğer öz- konuldu kabın oksijen, karbondioksit var)</p>	<p>Makro özellikler (maddenin hali- gaz, diğer öz- içinde azot, oksijen, karbondioksit var)</p> <p>Makro özellikler (maddenin hali- gaz, diğer öz- içinde azot, oksijen, karbondioksit var)</p>
Melisa (K, 6. sınıf)	<p>Makro özellikler (maddenin hali; katıdır, tat; tatlıdır, diğer öz; hacmi ve şekli vardır, fonksiyon; yiyeceklere tat vermek için kullanılır)</p> <p>Makro özellikler (neden yapıldığı; ağaçtan yapılmıştır, fonksiyon; dışlarımızı temizlemek için kullanırız, doku; serttir.)</p>	<p>Makro özellikler (doku; serttir, maddenin hali; katıdır)</p> <p>Makro özellikler (maddenin hali; sıvıdır, diğer öz- konuldu kabın şekli alır, akıcıdır.)</p>	<p>Makro özellikler (maddenin hali; gazdır, diğer öz; gözle göremeyiz, hissederiz, görsel; şekli yoktur.)</p>
Melike (K, 6. sınıf)	<p>Makro özellikler (neden yapıldığı; şeker pancarından yapılmıştır, tat; tatlıdır, maddenin hali; katıdır.)</p>	<p>Makro özellikler (maddenin hali; katıdır, fonksiyon; elektrikli aletlerde kullanılır, insan okyanus, denizler ve yağmur.)</p>	<p>Makro özellikler (görsel; şekli yoktur, renksiz, diğer öz; açığımızda odaya yayılır)</p>
Servet (E, 6. sınıf)	<p>Makro özellikler (neden yapıldığı- şeker pancarının suyundan)</p>	<p>Makro özellikler (neden yapıldığı- ağaçtan, doku- serttir, insan eylemi- küçük olduğu için zorlukla bükülebilir kırabiliriz, büyük olsaydı kırılmazdı)</p>	<p>Makro özellikler (diğer öz.- uçucudur)</p>

Tablo 1'in devamı: Maddenin ilk tarifi ile ilgili öğrenci görüşleri

Öğrenci (ad, cinsiyet, sınıf düzeyi)	Öğrencilere gösterilen maddeler			
	Şeker küpü	Kürdan	Metal parçası	Su
Burak (E, 8. sınıf)	Makro özellikler (maddenin hali; katıdır, diğer öz.; belli bir hacmi vardır, fonksiyon; yiyecek ve içecekleri tatlandırılmak için kullanılır.)	Makro özellikler (neden yapıldığı- ağaçtan yapılmıştır, doku- serttir, fonksiyon; dışlarımızı temizlemek için kullanırız.)	Makro özellikler (diğer öz.; esnek, kolayca insan eylemi; bükülebilir.)	Makro özellikler (maddenin hali- sıvıdır, diğer öz- konuldu kabın şeklini alır, görsel; renksiz ve kokusuzdur, fonksiyon; içeriz, temizlikte kullanırız.)
İrem (K, 8. sınıf)	Makro özellikler (şekil; küp şeklindedir, tat; tatlıdır, maddenin hali; katıdır.)	Makro özellikler (neden yapıldığı; ağaçtan yapılır, doku; serttir)	Makro özellikler (fonksiyon; elektrikli aletlerde kullanılır; diğer öz. ; iletkendir, maddenin hali; katıdır; insan eylemi; bükülebilir.)	Makro özellikler (diğer öz.; gaz karışımıdır, görsel; gözle göremeyiz; fonksiyon; soluk almamızı sağlar)
Emre (E, 8. sınıf)	Makro özellikler (boyut; küçük şeker tanelerinden oluşur, fonksiyon; çaya tat verir.)	Makro özellikler (neden yapıldığı; ağaçtan yapılır, doku; serttir.)	Makro özellikler (fonksiyon; kablolarda kullanılır, diğer öz. ; elektriki iletir, esnek insan eylemi; bükülebilir.)	Makro özellikler (maddenin hali; gaz haldedir, insan eylemi; sıkıştırabiliriz, fonksiyon; hava olmazsa yaşayamayız, görsel; gözle görülmez.)
Ayşeğül (K, 8. sınıf)	Makro özellikler (maddenin hali; katıdır, doku; serttir, neden yapıldığı; şeker pancarından yapılmıştır, tat; tatlıdır.) Mikro özellikler (oluşum; şeker moleküllerinden oluşur)	Makro özellikler (maddenin hali; katıdır, doku; serttir, neden yapıldığı; ağaçtan yapılmıştır.)	Makro özellikler (neden yapıldığı- demir, maddenin hali- katıdır, insan eylemi- dövülerek şekil verilmiştir) Mikro özellikler (oluşum; demir atomlarından oluşur)	Makro özellikler (maddenin hali; gaz haldedir, diğer öz.- hacmi yoktur, konulduğu kabın hacmini alır, azot, oksijen oksijenden oluşur, görsel; renksiz ve kokusuzdur, maddenin hali; sıvı)

4.2. Maddenin Yapısı

Maddenin özellikleri ile ilgili ilk tarifler alındıktan sonra öğrencilere her bir maddenin tek bir parçadan mı yoksa küçük taneciklerden mi oluştuğu sorulmuştur. Küçük taneciklerden oluştuğunu ifade eden öğrencilere bu taneciklerin neye benzediği sorulmuştur. Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar makro-süreklî, makro-tanecik ve mikro-tanecik kategorilerinde sınıflandırılmıştır. Tek bir parçadan yapılmıştır ya da bütündür gibi ifadeler makro-süreklî olarak, taneciklerden bahsedilmiş ancak atom ya da moleküllerden oluştuğu belirtilmemişse makro-tanecik olarak, atom ya da moleküllerden oluştuğu belirtilmişse mikro-tanecik olarak kodlanmıştır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde Şekil 2'deki gibi bir dağılım görülmüştür.



Şekil 2. Öğrencilerin maddelerin yapısı hakkındaki açıklamaları

Öğrencilerin maddelerin yapıları hakkındaki açıklamaları farklılık göstermiştir. 4. sınıf öğrencileri bazı maddelerin bir bütün olduğunu (makro-süreklî),

bazı maddelerin ise daha küçük parçalardan (makro-tanecik) oluştuğunu belirtmişler, fakat hiçbiri hiçbir maddenin atom ve moleküllerden oluştuğunu (mikro-tanecik) belirtmemiştir. 6. Sınıf öğrencilerinde ise makro-sürekli açıklamalar azalırken, mikro-tanecik düzeyinde açıklamalar görülmeye başlanmıştır. 8. sınıf öğrencilerinde makro-sürekli tanımlar tamamen ortadan kalkmış ve öğrenciler maddelerin daha küçük parçalardan oluştuğunu belirtmiş ve çoğu bu taneciklerin atom ve molekül olduğunu söylemiştir. Bu bulguya dayanarak, çocukların yaşları ilerledikçe ve aldıkları eğitim sonucunda maddenin tanecikli yapısını daha iyi anladıkları söylenebilir.

Görüşmeye katılan 4. sınıf öğrencilerinin tamamı maddelerin yapısını açıklarken makro-sürekli ve makro-tanecik düzeyinde açıklamalar yapmışlardır. 4. sınıf öğrencilerinin makro-sürekli açıklamalarına bir örnek aşağıda verilmektedir:

Görüşmeci: Bu bir metal parçası. Bunun özelliklerini anlatabilir misin?

Tolga: Sert ve soğuk. Bunu kıramayız.

Görüşmeci: Sence metal parçası bütün mü yoksa taneciklerden mi oluşmuş?

Tolga: Bence bütündür. Büyük demir parçalarının dövülmesiyle yapılmıştır.

4. sınıf öğrencileri makro-tanecik düzeyinde açıklama yaparken maddenin küçük ama gözle görülebilir boyutlarda taneciklerden oluştuğunu ifade etmişlerdir. Bu taneciklerin şekil ve büyüklükleri sorulduğunda genellikle farklı şekil ve büyüklükte olduklarını söylemişlerdir. Şevval'in makro-tanecik düzeyindeki açıklaması şöyledir:

Görüşmeci: Bu bir şeker küpü. Bana bu şeker küpünün özelliklerini anlatır mısın?

Şevval: Şeker tatlıdır. Şeker pancarından yapılmıştır. Çayımıza atarız.

Görüşmeci: Peki, bu şeker küpü bütün müdür? Yoksa taneciklerden mi oluşmuştur?

Şevval: Çok küçük taneciklerin fabrikalarda birleştirilmesinden oluşmuştur. Toz şekerlerin.

Görüşmeci: Bu küçük parçalar birbirinin aynısı mıdır? Yoksa farklı mıdır?

Şevval: Sadece şekilleri farklı. Bir de bazıları büyük, bazıları küçüktür ama tatları aynıdır.

Görüşmeci: Bu kutuda oyun hamuru var. Bana bu küçük parçacıkların neye benzediğini oyun hamuru kullanarak gösterebilir misin?

Şevval: (Oyun hamurundan belli şekli olmayan farklı büyüklükte parçalar kopardı.)

Görüşmeci: Bu parçacıkların neye benzediğini açıkla mısın?

Şevval: Tam bir şekli yok. Küçük parçalar.

6. sınıf öğrencilerinden yalnızca iki kişi (Erdi ve Melike) sadece bir maddede (tahta) makro-sürekli açıklamalar yapmışlardır. Erdi'nin makro-sürekli açıklaması aşağıdaki gibidir:

Görüşmeci: Bu bir tahta parçası. Lütfen bu tahta parçasının özelliklerini anlatır mısın?

Erdi: Katı ve serttir. Ağaçtan yapılmıştır.

Görüşmeci: Tahta parçası neden yapılmıştır? Bütün bir madde parçası mıdır yoksa daha küçük taneciklerden mi oluşmuştur?

Erdi: Bütündür. Ağaç kesilerek yapılır.

6. Sınıf öğrencilerinin makro-tanecik düzeyindeki açıklamaları yaygındır. Bu tür açıklamalara bir örnek aşağıda verilmektedir:

Görüşmeci: Su için ne söyleyebilirsin? Özellikleri nelerdir?

Melike: Sıvıdır. Renksiz ve kokusuzdur. Okyanus ve denizlerden elde edilebilir. Yağmur da sudur.

Görüşmeci: Bütün bir madde parçası mıdır yoksa küçük parçalardan mı oluşur?

Melike: Emin değilim ama yağmur mesela küçük damlalardan oluşur.

Görüşmeci: Bütün küçük tanecikler birbirinin aynısı mıdır?

Melike: Hayır farklıdır. Bazıları büyük bazıları küçüktür.

Görüşmeci: Neye benzer bu küçük tanecikler?

Melike: Aslında tam bir şekli yoktur. Damlacıklar şeklindedir.

Suyun damlacıklardan oluştuğunu ifade eden bu türden açıklamalar damlacıklar tanecik olarak kabul edilerek makro-tanecik kategorisine kodlanmıştır.

6. sınıf öğrencilerinin tamamı bazı maddeler söz konusu olduğunda en az bir maddenin atom ve moleküllerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Melisa adlı öğrenci ise, en çok mikro-tanecik düzeyinde açıklama getirmiştir. Melisa'nın mikro-tanecik düzeyindeki açıklamalarına bir örnek şöyledir:

Görüşmeci: (Bir metal parçası gösterilir.) Bu bir metal parçası. Lütfen bu metal parçasının özelliklerini anlatır mısın?

Melisa: Katı ve serttir. Demir eritilip şekil verilir.

Görüşmeci: Metal parçası neden yapılmıştır? Bütün bir madde parçası mıdır yoksa küçük taneciklerden mi oluşmuştur?

Melisa: Demir atomlarından meydana gelmiştir.

Görüşmeci: Demir atomları ile ilgili biraz bilgi verir misin?

Melisa: Demiri oluşturan atomlardır. Gözümüzle göremeyeceğimiz kadar küçüktürler.

Görüşmeci: Bu kutunun içinde oyun hamuru var. Lütfen bu hamuru kullanarak bu küçük taneciklerin neye benzediğini gösterir misin?

(Oyun hamurundan küçük küreler yaptı.)

Görüşmeci: Lütfen bu küçük taneciklerin neye benzediğini açıkla mısın?

Melisa: Küçük yuvarlaklar şeklindedir.

Melisa metalin demir atomlarından oluştuğunu belirttiği için mikro-tanecik kategorisinde kodlanmıştır.

8. Sınıf öğrencilerinde ise makro-tanecik düzeyinde açıklamalar oldukça azalırken mikro-tanecik düzeyindeki açıklamaların sıklığı artmıştır. Fakat yine de hiçbir öğrenci beş maddenin tamamında mikro-tanecik düzeyinde açıklama getirememiştir. 8. sınıf öğrencilerinden Emre'nin makro-tanecik düzeyindeki bir açıklaması şu şekildedir:

Görüşmeci: Bu kürdan ile ilgili ne söyleyebilirsin?

Emre: Serttir. Odundan yapılır, yontulur ve kürdan olur.

Görüşmeci: Kürdan bütün bir madde parçası mıdır? Yoksa küçük taneciklerden mi oluşmuştur?

Emre: Tam bilmiyorum ama küçük odun parçaları vardır içinde.

Görüşmeci: Peki bu tanecikler ne kadar küçük? Gözle görebilir miyiz?

Emre: Tabi. Kıymıklardır onlar.

Emre kürdanın daha küçük taneciklerden oluştuğunu belirtmekte fakat bu taneciklerin kıymıklar olduğunu ifade etmiştir. Kıymıklar gözle görülebilen tanecikler olduğu için mikro-tanecik kategorisinde kodlanmıştır.

8. sınıf öğrencilerinden bir madde (kürdan) haricinde diğer tüm maddelerin atom ve moleküllerden oluştuğunu belirten İrem'in mikro-tanecik düzeyindeki açıklamalarından biri aşağıdaki gibidir:

Görüşmeci: Bu bardakta biraz su var. Suyun özelliklerinden bahseder misin?

İrem: Su sıvıdır, akar. H_2O 'dur, yani hidrojen ve oksijenden oluşur.

Görüşmeci: Suyu oluşturan küçük tanecikler var mıdır? Yoksa su bütün bir madde parçası mıdır?

İrem: Bütün değildir. Hidrojen ve oksijen atomlarından oluşur.

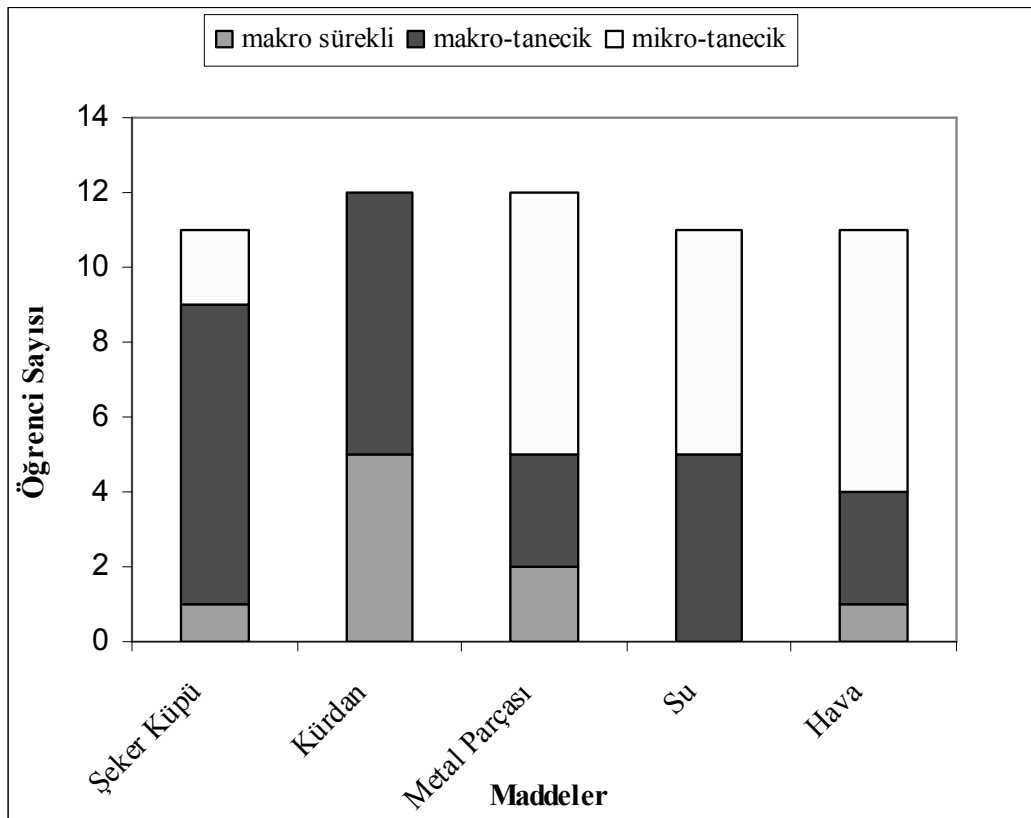
Görüşmeci: Bana bu atomların neye benzediğini oyun hamuru kullanarak gösterebilir misin?

İrem: Elbette. İki tane H atomu ve bir tane O atomu birleşir. İşte böyle.

(Oyun hamurundan su molekülü oluşturdu.)

İrem daha ilk cümlesinde suyun moleküllerinden, hatta su molekülünün oksijen ve hidrojenle oluştuğundan bahsetmiş ve şeklini gösterebilmiştir.

Öğrencilerin açıklamalarını maddenin cinsinin de etkilemiş olabileceği düşünülerek tüm öğrencilerden elde edilen veriler madde bazında sınıflandırılmış ve Şekil 3'te sunulan grafik elde edilmiştir.



Şekil 3. Öğrencilerin her bir maddenin yapısı hakkındaki açıklamaları

Öğrencilerin maddenin yapısı ile ilgili yaptıkları açıklamalar maddenin cinsine göre farklılık göstermiştir. Kürdan için hiçbir öğrenci mikro-tanecik

düzeyinde açıklama yapmamıştır. Beş öğrenci kürdanın bütün bir madde parçası (makro-süreklili) olduğunu söylerken, yedi öğrenci kürdanın kıymık gibi gözle görülebilir taneciklerden oluştuğu ya da canlı olduğu için hücrelerden oluştuğu gibi makro-tanecik düzeyinde açıklamalar yapmıştır. Servet'in görüşme kaydından yapılan aşağıdaki alıntı kürdanın makro-tanecik düzeyinde açıklanmasına bir örnektir:

Görüşmeci: Bu kürdan hakkında ne düşünüyorsun? Özelliklerini söyleyebilir misin?

Servet: Bir canlıdan kopmuştur. Hücrelerden olması lazım. Bitki olduğu için hücrelerden oluşmuştur. Serttir. Küçük olduğu için kolayca kırabiliriz. Büyük olsaydı sert olurdu.

Görüşmeci: Peki. Küçük parçalar olduğunu söyledin.

Servet: Evet. Hücrelerden oluşmuştur.

Servet kürdanın hücrelerden oluştuğunu belirtmiştir. Hücre gözle görülmediği halde atom ve molekül cevabı verilmediği için makro-tanecik kategorisine kodlanmıştır. Bir hücrenin içinde birçok atom ve molekül bulunmaktadır.

En çok mikro seviyede açıklama yapılan madde metal parçası (bakır tel) ve hava olmuştur. 6. sınıf öğrencilerinden Erdi'nin hava ile ilgili yaptığı mikro düzeydeki açıklaması aşağıdaki gibidir:

Görüşmeci: (Bir balon gösterilir.) Bu balonun içinde hava var. Lütfen bu havanın özelliklerini anlatır mısın?

Erdi: Gazdır. İçinde azot, oksijen, karbondioksit vardır.

Görüşmeci: Bütün bir madde parçası mıdır? Yoksa küçük taneciklerden mi oluşmuştur?

Erdi: Taneciklerden oluşmuştur.

Görüşmeci: Küçük tanecikleri düşündüğümüzü varsayarsak, bütün tanecikler birbirinin aynısı mı yoksa birbirinden farklı mıdır?

Erdi: Tanecikler birbirinden farklıdır.

Görüşmeci: Bu kutun içinde oyun hamuru var. Lütfen bu hamuru kullanarak bu küçük taneciklerin neye benzediğini gösterir misin?

Erdi: (Oyun hamurundan farkı büyüklükte küreler yapar.)

Su söz konusu olduğunda hiçbir öğrenci makro-sürekli açıklama getirmemiş, suyun bütün bir madde değil damlacıklardan (makro-tanecik) ya da moleküllerden (mikro-tanecik) oluştuğunu belirtmişlerdir. Suyun özelliklerinin belirtildiği bir görüşme kaydında 6. sınıf öğrencilerinden Melike ‘yağmur mesela küçük damlalardan oluşur’ ifadesiyle suyu makro-tanecik düzeyinde açıklamıştır.

Şeker ile ilgili olarak ise, öğrencilerin pek çoğu makro-tanecik düzeyinde açıklamalar yapmışlardır. Küp şekerde görülen şeker kristalleri öğrencilerin dikkatini çekmiş ve çoğu öğrenci küp şekerin şeker tanelerinden ya da daha küçük parçalardan oluştuğunu belirtmişlerdir. Bir örnek aşağıdaki gibidir:

Görüşmeci: Bu bir şeker küpü. Bu şeker küpünün özelliklerini anlatır mısın?

Melike: Katıdır. Şeker pancarından yapılır. Tatlıdır.

Görüşmeci: Bütün bir madde parçası mıdır yoksa küçük parçacıklardan mı oluşur?

Melike: Küçük parçacıkların birleşmesinden oluşur.

Görüşmeci: Küçük parçacıkları düşünürsek, bütün parçacıklar aynı mı yoksa farklı mı?

Melike: Farklıdır.

Görüşmeci: Hangi özellikleri farklıdır?

Melike: Şekli, büyüklüğü.

Görüşmeci: Bu küçük parçacıkların neye benzediğini oyun hamuruyla gösterebilir misin?

Melike: Tabi. (Oyun hamurundan farklı büyüklükte kareler yapar.)

Görüşmeci: Neye benzediklerini açıklar mısın?

Melike: Kare şeklinde, kristal gibi.

Öğrenciler atom ve molekül kavramlarından bahsettiklerinde, atom ve moleküllerin şekli ve gözle görülebilir olup olmadığı sorularak atom ve molekül anlayışları belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrenciler genellikle atom ve molekülleri gözle görülemeyecek kadar küçük, küresel yapılar olarak tanımlamışlar ve maddelerin çok sayıda atomdan oluştuğunu ifade etmişlerdir.

4.3. Akışkanlık, Kırılgenlık ve Esneksizlik (Rigidity)

Öğrencilerin maddenin yapısı ile ilgili görüşler ortaya çıkarıldıktan sonra, onlardan bu saf maddelerin seçilen özelliklerini açıklamaları istenmiştir. Bu amaçla, öğrencilere sıklıkla karşılaştıkları şekerin kırılması, bakır telin bükülmesi, balonun ağzı açılınca gazın dışarı çıkması gibi olaylar gösterilerek bunları açıklamaları istenmiştir. Akışkanlık özelliği sıvı ve gazlar için, kırılgenlık ve esneksizlik özellikleri ise katılar için seçilmiştir (Nakhleh, Samarapungavan ve Sağlam, 2004). Öğrencilerin yaptıkları açıklamalar Ek 1'de yer alan kategorilere göre sınıflandırılmıştır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar kategorize edildiğinde yedi kategorinin ortaya çıktığı görülmüştür. Bunlardan beş tanesinin maddenin hali, maddenin kendine has özellikleri olması gibi makro seviyede açıklamaları içeren kategoriler olduğu görülmüştür. Mikro-düzeydeki öğrenci açıklamaları ise iki kategoride ortaya çıkmıştır; maddenin değişik fiziksel hallerindeki tanecik yapısının farklı oluşu (mikro-hal) ya da atom ve moleküllerinin farklı oluşu (mikro-bileşim) gibi mikroskobik düzeydeki açıklamaları içeren kategorilerdir.

4.3.a. Akışkanlık ve Kırılgenlık

Bu bölümde öğrencilere şekerin kırılabilirdiği, metalin bükülebildiği ve suyun başka bir kaba kolayca ayrılabilirdiği gösterilmiş ve bu olayların neden böyle gerçekleştiği sorulmuştur. Öğrencilerin cevapları kodlandığında çok çeşitli kategoriler ortaya çıkmıştır.

Maddelerin farklı davranışlarının maddenin kendisine özgü makroskobik özelliklerinden kaynaklandığını belirten ifadeler, makro-maddeye has özellikler olarak kodlanmıştır. Bunun dışında, maddelerin farklı davranışlarının maddelerin sert ya da yumuşak olması gibi gözle görülebilir özelliklerinden kaynaklandığını belirten

ifadelere de (makro-tarif) rastlanmıştır. Bazı öğrenciler maddelerde gözlenen bu farklılıkların gözle görülebilir küçük parçalardan oluşmasından kaynaklandığını söylemişlerdir. Bu tür ifadeler ise makro-tanecik açıklamalar olarak kodlanmıştır. Maddelerin davranışlarındaki farklılıkları, farklı atom ve moleküllerden oluşmalarından kaynaklandığını belirten ifadeler ise mikro-bileşim açıklamalar olarak kodlanmıştır. Kodlamaların özeti Tablo 2’de verilmiştir:

Tablo 2: Öğrencilerin Şeker, Su ve Metal Parçasının Akışkanlığı ve Kırılabilirliği İle İlgili Açıklamaları

Öğrenci (sınıf düzeyi)	Açıklamalardan ortaya çıkan kategoriler ve bu kategorilere örnekler
Şevval (4. sınıf)	Makro tanecik (küp şeker toz şekerler birleştirilerek yapılır.), Makro-tarif (metal bütündür kıramayız ama bükülebiliriz.)
Tolga (4. sınıf)	Makro-tarif (demir biraz yumuşaktır bükülerek şekil verilebilir), Makro tanecik (küp şeker toz şekerin birleştirilmesinden oluşmuştur.)
Samet (4. sınıf)	Yanıtsız.
Zeynep (4. sınıf)	Makro-tarif (metal bükülebilir, yumuşaktır; kürdan bükülemez, su akışkan olduğu için bükülemez.)
Erdi (6. sınıf)	Makro-maddeye has (farklı maddeler oldukları için farklı özellikler gösterirler)
Melisa (6. sınıf)	Makro-tarif (demir esnektir bükülebilir), Makro tanecik (küp şeker küçük şeker tanelerinden oluşmuştur.)
Melike (6. sınıf)	Makro-tarif (şeker esnek değildir, metal esnektir.)
Servet (6. sınıf)	Mikro-bileşim (atomları aynı değildir, bazılarında dağınık, bazılarında sıkıdır.)
Burak (8. sınıf)	Mikro-bileşim (farklı atomlardan oluştukları için.) Makro-tarif (metal esnektir bükülür, diğerleri esnek değildir.)
İrem (8. sınıf)	Makro-tarif (metal bükülür, esnektir, şeker değildir, su akıcıdır)
Emre (8. sınıf)	Makro-tarif (metal esnektir, şeker serttir, su akıcıdır.)
Ayşegül (8. sınıf)	Makro-maddeye has (farklı özelliklere sahip maddelerdir.)

4. Sınıf öğrencileri şekerin kırılması, suyun akması ve metalin bükülmesini genelde maddenin ‘metal yumuşaktır, su akışkandır’ gibi makro özelliklerini kullanarak açıklamışlardır. Bir öğrenci (Samet) dışında her öğrenci bu tür makro-tarif açıklamalar getirmiştir. Samet ise bu soruda hiçbir açıklama getirememiştir. Şevval ve Zeynep şekerin kırılması ile ilgili olarak zaten küçük şeker taneciklerinden oluştuğunu ve bu nedenle kırılarak tekrar şeker taneciklerine (toz şeker) ayrılacağını belirtmişlerdir. Şevval’ın makro-tanecik kategorisinde kodlanan açıklaması şöyledir:

Görüşmeci: Bu şeker küpünü kırabilirsin, suyu ayırabilirsin, metali eğebilirsin. Sence bu maddeler neden bu şekilde davranır?

Şevval: Çünkü küp şeker toz şekerler birleştirilerek yapılır. Yani onu tekrar kırıp toz yapabiliriz. Metal bütündür. Kıramayız ama bükebiliriz.

Görüşmeci: Bu tanecikleri bir arada tutan nedir?

Şevval: Bilmiyorum.

6. sınıf öğrencilerinin açıklamalarında mikro düzeyde açıklamalara az da olsa rastlanmıştır. İki öğrenci (Melisa ve Melike) metalin esnek olduğunu, şekerin ise esnek olmadığını (makro-tarif) belirtmiştir. Erdi ise bu maddelerin farklı davranışlar sergilemesinin farklı maddeler olmalarından ileri geldiğini ifade etmiştir. Sadece bir öğrenci (Servet) maddelerin bu davranışlarının farklı olmasında farklı atomlardan oluşmasının etken olduğunu söylemiştir. Servet’in mikro düzeydeki açıklaması şöyledir:

Görüşmeci: Şekeri kırabilirsin, suyu ayırabilirsin, metali bükebilirsin. Sence neden bu maddeler bu şekilde davranır?

Servet: Atomlarının hepsi aynı şekilde olmadığı için. Kiminde dağınık, kiminde araları açıktır. Bu yüzden kolayca hareket ettirebiliyoruz onları. Atomların şekillerini değiştirebiliyoruz.

Görüşmeci: Bunu yaptığımızda taneciklere ne oluyor?

Servet: Şekilleri değişebilir. Birbirinden daha da ayrılabilir ya da sıkılaşabilir.

8. sınıf öğrencileri maddenin yapısı hakkındaki açıklamalarında daha çok mikro özelliklerden bahsetmiş olmalarına rağmen, akışkanlık ve kırılma kavramlarını genelde makro düzeyde ifade etmişlerdir.

Akışkanlık ve kırılma kavramlarını İrem ve Emre'nin metalin esnek, şekerin sert, suyun ise akıcı olduğu gibi maddenin makro özelliklerine bağladıkları açıklamaları 'makro-tarif' kategorisinde kodlanmıştır.

Ayşegül ise şekerin kırılması, suyun başka bir kaba kolayca ayrılması ve metalin bükülebilmesi ile ilgili soruda farklılığın nedeninin maddelerin farklı olmalarına bağlamıştır (makro-maddeye has).

Sadece Burak bu soruda maddelerin farklı atomlardan oluştuğunu ifade etmiştir. Ayrıca Burak bu soru için metalin esneklik özelliğinden de bahsetmiştir (makro-tarif). Aşağıdaki ifade Burak'ın mikro-bileşim kategorisinde kodlanan görüşme kaydından alınmıştır:

Görüşmeci: Bu şeker küpünü kırabilirsin, suyu ayırabilirsin, metali eğebilirsin, vs. Sence bu maddeler neden bu şekilde davranır?

Burak: Bu maddelerin yapıları birbirinden farklıdır. Farklı atomlardan oluşmuşlardır. İşte bu yüzden böyle davranırlar. Metal esnektir bükülür ama diğerleri esnek değildir.

Öğrencilerin bu bölümde çoğunlukla makro açıklamalar getirdikleri gözlenmiştir. Ayrıca yapılan açıklamaların maddenin cinsine göre farklılık gösterdiği görülmüştür. En çok rastlanan ifade; metalin bükülmesinin metalin kendine has özelliklerinden kaynaklandığı ifadesidir (makro-maddeye has). Bunun dışında metalin esnek olması (makro-tarif) ve metalin bileşiminin mikro düzeyde farklı olması (mikro-bileşim) gibi ifadeler de rastlanmıştır.

Şeker söz konusu olduğunda öğrenciler şeker küpünün zaten şeker kristallerinden oluştuğunu ve bu nedenle de kolayca kırılarak şeker taneciklerine ayrıldığını ifade etmişlerdir (makro-tanecik). Makro-tanecik kategorisindeki açıklamalar sadece şeker için yapılmıştır. Önceki bölümde de şeker için en çok

makro-tanecik seviyesinde açıklamalar yapılmış olduğundan bu sonuç şaşırtıcı olmamıştır.

Suyun başka bir bardağa kolayca ayrılabilme özelliği açıklanırken suya özgü bir özellik olması (makro-maddeye has) ve suyun akışkan olması (makro- tarif) gibi açıklamalar ortaya çıkmıştır. Ancak suyun başka bir bardağa kolayca ayrılabilmesinin nedeni az sayıda öğrenci tarafından açıklanmıştır.

Öğrencilerin önceki bölümde maddenin yapısı ile ilgili yaptıkları açıklamalarla bu bölümde yaptıkları açıklamalar karşılaştırıldığında bazı çelişkilere rastlanmıştır. Önceki bölümde su ile ilgili olarak pek çok öğrenci (6) makro-tanecik düzeyinde açıklamalar yapmış olmalarına rağmen akışkanlık söz konusu olduğunda makro-tanecik düzeyinde açıklamalar getirememiş olmaları ilginçtir.

Önceki bölümlerde maddenin yapısı ile ilgili olarak öğrencilerden en çok mikro-tanecik seviyesinde açıklama metal için gelmiş olmasına rağmen metalin kolayca bükülmesi açıklanırken genelde makro seviyede açıklamalar gelmiştir. Bir önceki soruda metalin atomlardan oluştuğunu söyleyen öğrencilerin çok azı mikro düzeyde açıklamalarda bulunmuşlardır. Bu durum öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı hakkında bilgi sahibi oldukları ancak bu bilgilerin günlük hayattaki gözlemlerini açıklamaya yetmediğini göstermektedir.

Son olarak, öğrencilere cismin kırık parçalarının cismin orijinali ile aynı özelliklere sahip olup olmadığı sorulmuştur. Öğrencilerin hepsi kırık parçaların orijinal cisimden sadece şekil ve büyüklük bakımından farklı olduğunu, diğer tüm özelliklerinin aynı olduğunu söylemiştir.

4.3.b. Akışkanlık ve Esneksizlik (Rigidity)

Başka bir soruda öğrencilere kürdan şeklini korurken, neden suyun akabildiği ve balonun ağzı açıldığında gazın neden dışarı çıktığı sorularak açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin maddenin (esneksizlik) sertlik ve akışkanlık açısından neden farklı özelliklere sahip olmasına ilişkin getirdikleri açıklamalar birden çok kategoride kodlanmıştır. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar ‘makro tarif’, ‘makro maddeye has’, ‘makro-bileşim’, ‘makro-hal’, ‘mikro-bileşim’ ve ‘mikro-hal’ kategorilerinde kodlanmıştır. Kodlamalar Tablo 3’te özetlenmiştir.

Tablo 3: Öğrencilerin Su, Kürdan ve Gazın Akışkanlığı ve Esneksizliği Hakkındaki Açıklamaları

Öğrenci (Sınıf Düzeyi)	Açıklamalardan ortaya çıkan kategoriler ve bu kategorilere örnekler
Şevval (4. sınıf)	Makro tarif (kürdan serttir, su akışkandır, gaz hareketlidir her tarafa dağılır) Makro maddeye has (farklı maddelerdir.)
Tolga (4. sınıf)	Makro-tarif (kürdan serttir), Makro-hal (su sıvıdır) Makro-tarif (gaz hareket edebilir), Makro bileşim (odun ağaçtan elde ediliyor, su da ağaçtan yapılsaydı o da sert olurdu, akmazdı)
Samet (4. sınıf)	Makro-tarif (balonu deldiğimizde hava dışarı çıkar) (tahta-kürdan birleştirildiği için kırılmaz)
Zeynep (4. sınıf)	Makro-maddeye has (balon sönmek içindir. Gaz dışarı çıkmak ister) Makro-tarif (tahta yere düştüğünde kırılır ama balon kırılmaz; su yere dökülür ama tahta dökülmez)
Erdi (6. sınıf)	Makro-maddeye has (farklı maddeler oldukları için farklı özellikler gösterirler)
Melisa (6. sınıf)	Mikro-hal (katı, sıvı ve gaz tanecikleri arasındaki çekim kuvvetleri) Mikro-bileşim (farklı atom ve moleküllerden oluşur)
Melike (6. sınıf)	Mikro-hal (tanecikler arası mesafe)
Servet (6. sınıf)	Mikro-hal (su ve gaz atomları daha serbest olduğundan akıyor)
Burak (8. sınıf)	Mikro-hal (katı şeklini korur, sıvı tanecikleri hareketli olduğu için akar, gaz tanecikleri çok hareketli olduğu için her yere dağılır)
İrem (8. sınıf)	Mikro-hal (sıvı ve gaz atomları hareketlidir)
Emre (8. sınıf)	Makro-tarif (odun sert olduğu için şeklini korur) Mikro-hal (suyun ve gazın atomları hareketlidir)
Ayşegül (8. sınıf)	Mikro-bileşim (farklı atomlardan oluşmuşlardır) Mikro-hal (odunu oluşturan atomlar sıkıdır, su öyle değil, gazın ise atomları birbirinden çok ayırır)

4. sınıf öğrencileri kürdan kırılırken suyun akması ve balondaki havanın balonun ağzı açıldığında dışarı çıkması olaylarında maddelerin farklı davranışlar sergilemesini genellikle 'kürdan serttir, su akışkandır, gaz hareketlidir her tarafa dağılır' gibi ifadeler kullanarak maddenin makro özellikleri ile açıklamışlardır. Her

öğrenci bu tür makro-tarif açıklamalar getirmiştir. Tolga dışındaki diğer öğrenciler açıklamalarında bu özelliklerin maddenin kendine has özellikleri olduğunu söylemişlerdir. Farklı maddeler oldukları için farklı özellikler gösterdiklerini belirtmişlerdir. Bir örnek alıntı aşağıda verilmiştir:

Görüşmeci: Sence neden odun şeklini korurken su akar ve ben balonu açtığımda içindeki gaz dışarı çıkar?

Şevval: Odun sert olduğu için şekli değişmez ama su akışkandır yani akar. Gaz ise hareketlidir. Her tarafa dağılır.

Görüşmeci: Bana odunun sert olduğunu, suyun akışkan olduğunu ve gazın hareketli olduğunu söyledin. Sence bu maddeler neden böyledirler? Yani farklı özelliklere sahiptirler?

Şevval: Çünkü farklı maddelerdir.

Tolga suyun akışkanlığını sıvı olmasına bağlayarak makro-hal kategorisinde açıklama yapan tek öğrencidir.

Görüşmeci: Sence neden odun şeklini korurken, su akar ve ben balonu açtığımda içindeki gaz dışarı çıkar.

Tolga: Odun serttir şeklini korur. Su ise sıvıdır, akma özelliği vardır. Gaz ise hareket edebilir. Mesela balonu sıkarsak hava ileri gider.

Görüşmeci: Odunun sert suyun akışkan olduğunu, gazın ise hareketli olduğunu söyledin. Peki, sence neden bu maddeler böyle, neden farklı özelliklere sahip?

Tolga: Onlar farklıdır da ondan. Farklı şeylerden yapılmıştır. Mesela odun ağaçtan elde ediliyor. Yani, su da ağaçtan yapılsaydı o da sert olurdu, akmazdı.

6. sınıf öğrencilerinin verdikleri cevaplarda mikro düzeyde açıklamalar başlamıştır. Sadece Erdi maddeye-has özelliklerle açıklamış, diğer öğrenciler maddelerin davranışındaki değişimi atomlar arasındaki mesafenin farklı olmasına ya da atomların hareket hızlarının farklı olmasına bağlamışlar ve maddenin bulunduğu hali atom ve moleküllerin hareketleriyle tarif ederek açıkladıkları için mikro-hal

kategorisine kodlanmıştır. Erdi dışında her öğrenci bir mikro-hal açıklaması yapmıştır. 6. sınıf öğrencilerinin mikro-hal açıklamalarına bir örnek aşağıda verilmiştir:

Görüşmeci: Sence neden odun şeklini korurken su akar ve ben balonun ağzını açtığımda içindeki gaz neden uçup gider?

Melike: Bu onların yapılarından kaynaklanıyor. Katıların atomları birbirine çok bitişik. O yüzden o şeklini korur. Ama sıvıların ki daha açık. O yüzden de akıyor. Gazların daha da açık. Onlar da dağılıyor.

Görüşmeci: Sence bu tanecikleri bir arada tutan nedir?

Melike: Mıknatıs gibi atomlar birbirini çekiyor o yüzden bir arada duruyorlar.

6. sınıf öğrencilerinden sadece Melisa mikro-hal açıklamasına ek olarak maddelerin farklı atom ve moleküllerden oluşmuş olduğu için davranışlarının değiştiği (mikro-bileşim) açıklamasını aşağıdaki haliyle eklemiştir:

Görüşmeci: Sence neden odun şeklini korurken su akar ve ben balonun ağzını açtığımda içindeki gaz neden uçup gider?

Melisa: Çünkü odun

Görüşmeci: Sence bu tanecikleri bir arada tutan nedir? Düşüncelerini bu oyun hamurunu kullanarak açıklar mısın?

Melisa: Bu taneciklerin arasında bir kuvvet var birbirlerini çekiyorlar. Mıknatısın iğneleri çektiği gibi.

Görüşmeci: Hatırlıyorsan sen bana dedin ki kürdan katı ve serttir. Su ise akışkandır. Gaz tanecikleri çok hareketli olduğundan etrafa yayılır. Sence bu maddeler niçin böyleler? Sence neden bu maddeler farklı özelliklere sahip?

Melisa: Çünkü bu maddeler birbirinden farklıdır. Birbirlerini farklı şekilde çekerler. Katılar çok çekerken sıvılar daha az çeker. Gazlar ise hiç çekmezler.

8. sınıf öğrencilerinin tamamı mikro düzeyde açıklama getirmişlerdir. Her biri mikro-hal kategorisine giren bir açıklama yapmışlardır. Maddenin bulunduğu hali atom ve moleküllerin hızı ya da aralarındaki mesafenin farklı olması ile açıklamışlardır. Bu tür açıklamalara örnek bir alıntı aşağıda verilmektedir:

Görüşmeci: Sence neden odun şeklini korurken su akar ve ben balonun ağzını açtığımda içindeki gaz neden uçup gider?

Burak: Bu maddenin yapısıyla ilgilidir. Katı maddeler odun gibi şeklini korur. Ama suyun tanecikleri hareketlidir. Bu yüzden akar. Gazın tanecikleri de çok hareketlidir. Balon açılınca gaz her yere dağılır.

Görüşmeci: Sence bu tanecikleri bir arada tutan nedir? Düşüncelerini bu oyun hamurunu kullanarak açıklar mısın?

Burak: Bilemiyorum.

8. sınıf öğrencilerinden sadece Ayşegül maddelerin farklı atom ve moleküllerden oluşmuş olmasını (mikro-bileşim) açıklamasına eklemiştir.

Görüşmeci: Sence neden odun şeklini korurken su akar ve ben balonun ağzını açtığımda içindeki gaz neden uçup gider?

Ayşegül: Bu maddeler farklı atomlardan oluştuğu için farklıdır. Odunu oluşturan atomlar çok sıktır (katı old. için). Ama suyun öyle değildir. Gazın ise atomları birbirinden çok ayırır.

Görüşmeci: Sence bu tanecikleri bir arada tutan nedir? Düşüncelerini bu oyun hamurunu kullanarak açıklar mısın?

Ayşegül: Bu taneciklerin arasında bir çekim kuvveti vardır. Gazlarda bu kuvvet çok zayıftır.

Maddeler bazında incelendiğinde makro-hal kategorisindeki açıklamanın sadece su için yapıldığı görülmüştür. Ayrıca, en çeşitli açıklamalar da su için yapılmıştır. Kendine has bir özellik olması ve sıvı olması gibi makro düzeydeki açıklamaların yanında atom ve moleküllerinin daha serbest olması gibi mikro

düzeyde açıklamalar da yapılmıştır. Madenin yapısı ile ilgili açıklamalarda öğrencilerin pek çoğu atom ve moleküllerden bahsetmişlerdi. Ancak bir önceki soruda suyun başka bir bardağa neden kolayca ayrılabilirdiği sorulduğunda iki öğrenci tanecikler arasındaki mesafeden bahsederken bu soruda sadece bir öğrenci tanecikler arasındaki mesafenin etkisinden (mikro- hal) bahsetmiştir.

Balonu açtığımızda gazın neden dışarı çıktığı sorulduğunda ise bu durumun gazlara özgü bir özellik (makro-maddeye has) olması dışında gaz taneciklerinin hareketli olması (mikro-hal), tanecikler arası mesafenin fazla olması (mikro-hal) ya da tanecikler arası çekim kuvveti gibi mikro düzeydeki açıklamalar gelmiştir.

Kürdan söz konusu olduğunda ise öğrenciler maddenin yapısı ile ilgili olarak yaptıkları açıklamalara paralel olarak daha çok sert olması (makro-tarif), katı olması (makro-hal) gibi makro düzeyde açıklamalar yapmışlardır. Bununla birlikte, kürdanı oluşturan taneciklerin çok sıkı olması gibi mikro seviyede açıklamalarda da bulunmuşlardır.

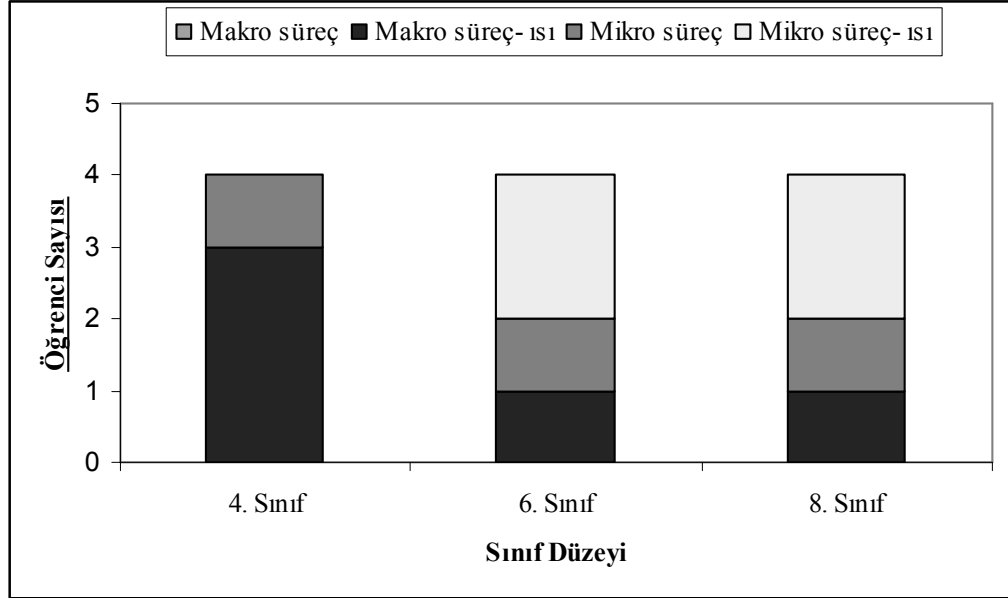
Akışkanlık, kırılabilirlik ve esneklik özelliklerinin irdelendiği bu bölümde öğrencilerin verdikleri cevaplar doğrultusunda kürdanın şeklini koruması, suyun akması ve balondaki gazın dışarı çıkması örnek olaylarının öğrencileri mikro seviyede düşünmeye ittiği görülmüştür.

4. 4. Hal Değişimi

Bu bölümde öğrencilerin hal değişiminin maddenin tanecikli yapısına etkisi irdelenmek üzere buzun erimesi örnek olayı gösterilmiştir. Öğrencilere hal değişimi ile ilgili olarak buzun oda sıcaklığında nasıl bir değişime uğradığı sorulmuş ve açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin yaptığı açıklamalar makro-süreç, makro-süreç ısı, mikro-süreç ve mikro-süreç ısı kategorilerine kodlanmıştır.

Makro-süreç kategorisinde kodlanan öğrenci açıklamaları buzun erimesini ‘buz eriyerek suya dönüştü’, ‘buz suya dönüştü’, ‘katı halden sıvı hale geçiyor’ gibi erime sürecini makro düzeyde anlatan açıklamalardır. Bu tür açıklamalarda ısının etkisinden bahsedilmişse makro-süreç ısı kategorisine kodlanmıştır. Mikro-süreç açıklamaları ise atom ve moleküller arası mesafenin değişmesi ya da molekül hızının

değişmesini kapsayan açıklamalardır. Bu türden açıklamalara ısının etkisi eklenmişse mikro-süreç-ısı kategorisinde kodlanmıştır. Hal değişimi ile ilgili olarak elde edilen bulgular sınıflar bazında incelenmiş ve Şekil 5’te sunulmuştur.



Şekil 4.Öğrencilerin hal değişimi ile ilgili açıklamaları

Makro düzeydeki açıklamalar 4. sınıf öğrencilerinde yaygın olmakla birlikte öğrencilerin çoğu ısının buzun erimesindeki etkisini belirtmiştir. 4. sınıf öğrencilerinden sadece bir öğrenci buzun erimesini mikro düzeyde açıklamıştır. 6 ve 8. sınıf öğrencilerinin ise her grup için biri hariç üçü buzun erimesini mikro düzeyde açıklamış ve bunlardan ikisi ısının etkisini de belirtmiştir. Her sınıf kendi içinde detaylı incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

4. sınıf öğrencilerinden yalnız bir tanesi (Samet) suyun yapısı ile ilgili mikro düzeyde açıklama yapmıştır, fakat açıklaması aşağıdaki alıntıdan da görülebileceği gibi ‘Taneciklerin arası açılıyor’ (mikro-süreç) gibi oldukça yüzeysel bir açıklamadır:

Görüşmeci: Bana buzun neden yapıldığını söyler misin?

Samet: Suyu soğutursak buz olur.

Görüşmeci: Bu buz küpü suyun donması ile elde edilmiştir. Sence bu buz küpü neden oluşur?

Samet: Sudan oluşur

Görüşmeci: Eğer sen buz küpünü masa üstünde bekletirsen, o erimeye başlar. Sence buz içerisindeki su taneciklerine ne oluyor?

Lütfen oyun hamurunu kullanarak düşüncelerini açıklar mısın?

Samet: Buzun içindeki su tanecikleri de erir. (Oyun hamurundan bir buz küpü yaptı ve küçük tanecikler kopartarak taneciklerin arasının açıldığını söyledi.)

Diğer üç 4. Sınıf öğrencisi ise (Şevval, Tolga ve Zeynep) buzun erimesini makro düzeyde açıklamış ve bu olayın ısının etkisiyle (makro-süreç-ısı) gerçekleştiğini belirtmiştir.

Görüşmeci: Buz neden oluşur?

Zeynep: Buz suyla oluşur.

Görüşmeci: Bir tas suyu dondurucuya koyduğumuz zaman su buz haline gelir.

Zeynep: Evet.

Görüşmeci: Peki, buz küpünü masa üstünde bekletirsen erimeye başlar. Sence buz içindeki su taneciklerine ne oluyor.

Zeynep: Eriyor ve tekrar su oluyor.

Görüşmeci: Oyun hamurunu bu düşünceni açıklamakta kullanır mısın?

Zeynep: Tamam. (Oyun hamurundan buz küpü oluşturdu.) Sonra erimeye başlar ve erir. (Bastırarak düzleştirdi.)

Görüşmeci: Buza ne olur?

Zeynep: Erir

Görüşmeci: Niye erir?

Zeynep: Çünkü sıcak bir yerde olursa erir.

6. sınıf öğrencilerden sadece bir tanesi (Erdi) erime olayını erimeyi atom ve molekül düzeyinde açıklayamamış ancak ısının etkisinden bahsetmiştir (makro-süreç-ısı).

Görüşmeci: Bana buzun neden yapıldığını söyler misin?

Erdi: Sudan yapılmıştır.

Görüşmeci: Bu buz küpü suyun donması ile elde edilmiştir. Sence bu buz küpü neden oluşur?

Erdi: Sudan oluşur.

Görüşmeci: Eğer sen buz küpünü masa üstünde bekletirsen, o erimeye başlar. Sence buz içerisindeki su taneciklerine ne oluyor?

Erdi: Buz ısınınca içindeki su ortaya çıkar.

6. sınıf öğrencilerinden biri (Servet) erime olayını atom ve molekül düzeyinde açıklamış ancak ısının sürece etkisinden bahsetmemiştir (mikro-süreç).

Görüşmeci: Bana buzun neden yapıldığını söyler misin?

Servet: Buz sudan oluşur. Su soğuğa girdiğinde atomları birbirine yaklaşır, donarlar.

Görüşmeci: Eğer sen buz küpünü masa üstünde bekletirsen ne olur?

Servet: Erir. Zamanla erir.

Görüşmeci: Güzel. Erimeye başladığında suya ne olur?

Servet: Erimeye başlayınca su tanecikleri akar.

Görüşmeci: Buz sudan oluşur dedin. Su donarak buz olur. Peki eridiğinde?

Servet: Su tanecikleri birbirinden ayrılmaya başlar yavaş yavaş. Aralarında aralıklar olur.

6. sınıf öğrencilerinden iki öğrenci ise (Melisa ve Melike) buzun erimesini mikro düzeyde açıklamış ve ısının etkisinden (mikro-süreç-ısı) aşağıdaki ifadelerle bahsetmiştir:

Görüşmeci: Bana buzun neden yapıldığını söyler misin?

Melike: Suyu buzluğa koyarsak donar ve buz olur.

Görüşmeci: Eğer sen buz küpünü masa üstünde bekletirsen, o erimeye başlar. Sence buz içerisindeki su taneciklerine ne oluyor?

Lütfen oyun hamurunu kullanarak düşüncelerini açıklar mısın?

Melike: Buz katıdır. Yani su tanecikleri sıkışmıştır. Sıcakta erimeye başlar ve tanecikler de birbirinden uzaklaşır ve su oluşur.

(Oyun hamurundan yaptığı minik küreleri birleştirip küp yaptı, sonra bunu dağıttı.)

8. sınıf öğrencilerinden sadece bir tanesi (İrem) erime olayını suya dönüşme olarak makro seviyede açıklamış ve bu süreçte ısının etkisinden bahsetmiştir (makro-süreç-ısı).

Görüşmeci: Bana buzun nasıl yapıldığını söyler misin?

İrem: Su soğukta donar buz oluşur.

Görüşmeci: Bu buz küpü suyun donması ile elde edilmiştir. Sence bu buz küpü neden oluşur?

İrem: Sudan.

Görüşmeci: Eğer sen buz küpünü masa üstünde bekletirsen, o erimeye başlar. Sence buz içerisindeki su taneciklerine ne oluyor?

İrem: Dışarı çıkarınca erir su olur. Çünkü dışarısı dolaptan sıcaktır.

Bir öğrenci ise (Ayşegül) tanecikler arası mesafenin arttığını belirterek mikro seviyede açıklama yaparken olayda ısının etkisinden bahsetmemiştir (mikro-süreç).

Görüşmeci: Bana buzun neden yapıldığını söyler misin?

Ayşegül: Sudan yapılmıştır.

Görüşmeci: Bu buz küpü suyun donması ile elde edilmiştir. Sence bu buz küpü neden oluşur?

Ayşegül: Sudan oluşur.

Görüşmeci: Eğer sen buz küpünü masa üstünde bekletirsen, o erimeye başlar. Sence buz içerisindeki su taneciklerine ne oluyor?

Lütfen oyun hamurunu kullanarak düşüncelerini açıklar mısın?

Ayşegül: Su buz haline geçerken tanecikler arasındaki mesafe küçülür. Erimeye başladığında ise tanecikleri birbirinden uzaklaşır.

(Oyun hamurundan küçük yuvarlaklar yapar bunları bir küp oluşturacak şekilde birleştirir ve sonra birbirinden ayırarak dağıtır.)

Diğer iki öğrenci (Burak ve Emre) ise olayı hem moleküler düzeyde açıklamış hem de olayda ısının etkisinden (mikro-süreç-ısı) aşağıdaki şekilde bahsetmiştir:

Görüşmeci: Bana buzun nasıl yapıldığını söyler misin?

Burak: Su dolapta donar buz oluşur.

Görüşmeci: Bu buz küpü suyun donması ile elde edilmiştir. Sence bu buz küpü neden oluşur?

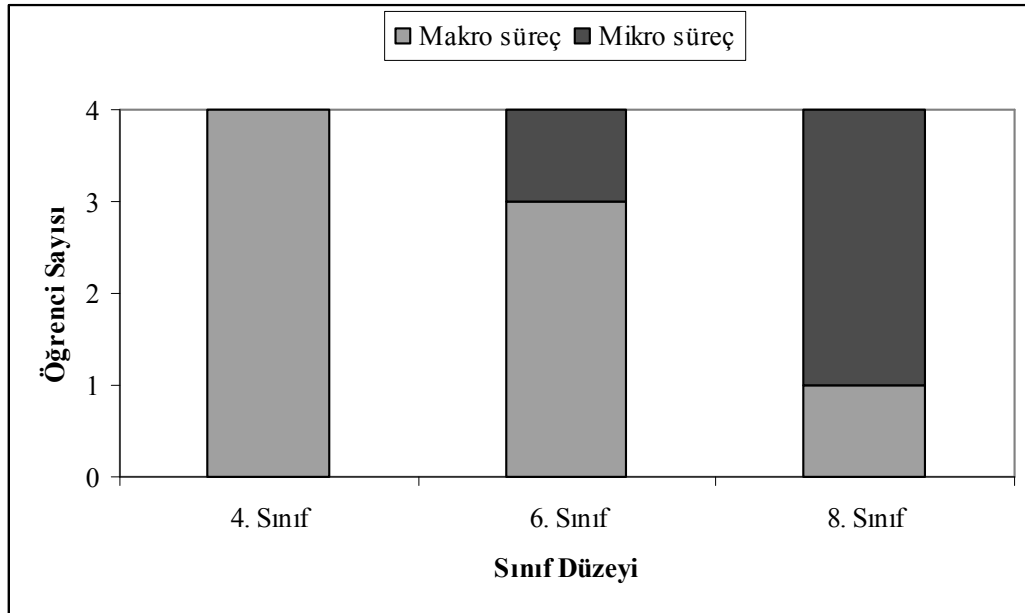
Burak: Sudan.

Görüşmeci: Eğer sen buz küpünü masa üstünde bekletirsen, o erimeye başlar. Sence buz içerisindeki su taneciklerine ne oluyor?

Burak: Buz katıdır. Su molekülleri buzken sıkışık halde bulunur. Isındıkça moleküller uzaklaşır ve su olur.

4.5. Çözünme

Görüşmelerin son bölümünde öğrencilerin çözünme ile ilgili açıklamalarına ulaşmak için bir miktar tuz alınmış ve öğrencilerin karşısında suya katılıp, karıştırılmış ve tuza ne olduğu sorulmuştur. Öğrencilerin cevapları iki kategoride kodlanmıştır. ‘Tuz suya karıştı’, ‘tuz suyun içinde çözündü’ ya da ‘eridi’ gibi cevaplar makro-süreç, ‘tuz atomları su molekülleri arasına karıştı’ gibi atom veya molekülleri içeren açıklamalar mikro-süreç olarak kodlanmıştır. Öğrencilerin açıklamalarının sınıflara göre dağılımı Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 5. Öğrencilerin çözünme olayını açıklamaları

Grafiğe ilk bakıldığında öğrencilerin sınıf düzeyi arttıkça makro düzeydeki açıklamaların azaldığı ve mikro düzeydeki açıklamalarının arttığı görülmektedir. 4. sınıf öğrencilerinin tamamı tuzun çözünmesini makro düzeyde açıklarken 6. Sınıf öğrencilerinin üçü, 8. sınıf öğrencilerinin ise sadece biri makro düzeyde açıklama getirmiştir. Mikro düzeydeki açıklamalar ilk 6. sınıfta tek öğrenci de çıkmış, 8. sınıf öğrencilerinin ise üçü tuzun çözünmesini atom ve moleküllerin hareketi (mikro-

süreç) üzerinden açıklamıştır. Sınıflar bazında incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

4. sınıf öğrencilerinin tamamı tuzun suda çözünmesini makro düzeyde kabul edilen aşağıdaki ifadelerle açıklamışlardır:

Görüşmeci: Biraz tuzu su içine katıyorum. Tuza ne oldu?

Tolga: Tuz eridi. Suyun içine karıştı. Tuzlu su oldu.

6. sınıf öğrencilerinin üçü (Erdi, Servet ve Melike) aşağıdaki şekilde makro düzeyde açıklama getirmişlerdir:

Görüşmeci: Sence suya ilave ettiğim tuza ne oldu?

Servet: Tuz eridi.

Görüşmeci: Biraz daha açıklar mısın?

Servet: Eridiği için suya karıştı. Kaynatırsak yine tuz haline gelir.

6. sınıf öğrencilerinden sadece Melisa su molekülleri ile tuzun etkileşiminden bahsederek mikro düzeyde açıklama getirmiştir.

Görüşmeci: (Biraz tuzu bir bardak suda çöz. Tuzun tamamı çözünün) Sence suya ilave ettiğim tuza ne oldu?

Melisa: Tuz taneleri suyun içinde eridi.

Görüşmeci: Biraz daha açıklar mısın? Nasıl eriyor?

Melisa: Şöyle oluyor: Tuzun taneleri su moleküllerinin arasına karışıyor.

8. sınıf öğrencilerinden sadece bir öğrenci (İrem) makro düzeyde açıklama getirmiştir:

Görüşmeci: Biraz tuzu bir bardak suya koyup karıştırıyorum. Sence suya ilave ettiğim tuza ne oldu?

İrem: Tuz suyun içinde eridi.

Görüşmeci: Biraz daha açıklar mısın? Tuza ne oldu?

İrem: Tuz suyla karıştı.

İrem suyun yapısını açıklarken su moleküllerinden bahsetmiş ancak çözünme olayı söz konusu olunca tuz taneciklerinin su molekülleri arasına karıştığını ifade etmemiştir. İrem'in yaptığı bu açıklama makro-süreç olarak kodlanmıştır.

8. sınıf öğrencilerinden üç öğrenci (Burak, Emre ve Ayşegül) çözünme sürecini tuzun hala orada olduğunu ve su içine karıştığını açıklamışlardır. Aşağıdaki ifade bu türden bir mikro süreç açıklamaya örnektir:

Görüşmeci: Biraz tuzu bir bardak suya koyup karıştırıyorum. Sence suya ilave ettiğim tuza ne oldu?

Emre: Tuz suyun içinde eridi.

Görüşmeci: Biraz daha açıklar mısın? Tuza ne oldu?

Emre: Tuz hala orda ama suyun içine karıştı. O yüzden de göremiyoruz.

Tuzun hala su içinde olduğu ancak gözle görülemeyecek şekilde su içine karıştığını ifade eden bu türden açıklamalar mikro-süreç kategorisine kodlanmıştır.

5. TARTIŞMA

İlköğretim 4., 6. ve 8. sınıf öğrencileri ile yarı-yapılandırılmış klinik görüşmeler yaparak, öğrencilerin maddenin yapısı, maddenin değişik davranışlarının açıklanması, hal değişimi ve çözünme olaylarının açıklanması konularındaki düşünceleri keşfedilmiş ve karşılatılmıştır. Öğrencilerin maddenin ilk tanımı ile ilgili açıklamaları çoğunlukla makro düzeyde olmuştur. Fakat, bu sonuç şaşırtıcı değildir. Çünkü maddenin özellikleri sorulduğunda öğrenciler ilk olarak şekil, renk gibi gözle görülebilir özelliklerini fark etmektedirler. Bunun sebebi Fen ve Teknoloji derslerinde 4. sınıf seviyesinde maddenin görülebilir ve ölçülebilir özelliklerinin verilmesi olabilir. Bu bölümde sadece 8. sınıf öğrencilerinden ikisi maddenin atom ya da moleküllerinden bahsederek mikro seviyede açıklamalar yapmışlardır. Burada 8. sınıf öğrencilerin derste atom ve molekülleri öğrenmelerinden ve gelişim düzeylerinin soyut düşünmeye doğru ilerlemesinden olabilir.

Maddenin yapısı ile ilgili olarak bütün bir madde parçası mı olduğu yoksa taneciklerden mi oluştuğu sorulduğunda öğrencilerin zihninde tanecikli yapı belirtmeye başlamıştır. Maddenin tanecikli yapısı ile ilgili kavramlar ve olaylar Fen ve Teknoloji derslerinde 4. sınıftan itibaren öğretilmektedir. Ancak hiçbir 4. sınıf öğrencisinin maddenin tanecikli yapısını ifade edememesi dikkat çekmiştir. 4. sınıflar için elde edilen veriler literatürde yapılan çalışmalarla da benzerlik göstermektedir. Nakhleh ve Samarapungavan (1999) 7- 10 yaş arasındaki çocukların aynen bu çalışmada gözlemlendiği gibi maddenin tanecikli yapısı ile ilgili olarak mikro düzeyde açıklamalar yapamadıklarını tespit etmiştir. Bunun temel sebebi öğrencilerin 4. sınıf seviyesinde (10 yaş) henüz soyut kavramları öğrenme ve ilişkiler kurma aşamasında olmaması olabilir. Yapılan çalışmalarda (Lawson ve Renner, 1975; Cantu ve Herron, 1978; Marek, 1986a; Marek 1986b) öğrencilerin somut kavramları tam öğrenmeden soyut kavramları öğrenemeyecekleri ve ancak mantık yürütebilme kabiliyetlerinin geliştiği 14. ve 15. yaşlarda bu kavramları öğrenebilecekleri belirtilmiştir. Bu da 4. sınıftan 8. sınıfa doğru öğrencilerin mikro seviyede (atomik ve moleküler düzeyde) yaptıkları açıklamaların artışını açıklamaktadır. Benzer şekilde, Nakhleh, Samarapungavan ve Sağlam (2002) ortaokul öğrencileri üzerinde yaptıkları

çalışmada maddenin yapısı ile ilgili mikro seviyedeki açıklamaların ortaya çıktığını bulmuşlardır.

Öğrencilerin maddenin yapısı sorusundaki açıklamaları ile suyun akışkanlığı ve kürdanın esneksizliğini açıklarken öne sürdükleri açıklamalar arasında benzerlikler vardır. Maddenin yapısını açıklarken 4. sınıf öğrencilerinin tamamı maddeleri makro özellikleri (makro-sürekli ve makro-tanecik) ile tarif etmişler, 6. sınıfta ise makro-sürekli ve makro-tanecik düzeyinde açıklamalar azalmış ve mikro-tanecik düzeyinde açıklamalar belirtilmiştir. 8. sınıf öğrencilerinin tamamı ise makro-tanecik ve özellikle de maddelerin atom ve moleküllerden oluştuğunu belirten mikro-tanecik düzeyinde açıklamalar getirmişlerdir.

Bu desenle benzer şekilde, 4. sınıflar kürdanın kırılması, suyun akmasını kürdanın sert olması gibi makro özellikler ile açıklamaya çalışmışlardır. Maddenin tanecikli yapısını bilmeyen 4. sınıf öğrencilerinin bu tür makro düzeyde açıklamalar yapmaları doğaldır. 6. sınıf öğrencileri maddenin yapısında atom ve moleküller olduğunu ifade ettikleri için akışkanlık ve esneksizlik olaylarını açıklarken de kürdan ve suyun katı ve sıvı olduklarını ve bu haldeyken atom ve moleküllerinin arasındaki mesafenin farklı olmasını ya da hızlarının farklı olmasını belirtmişlerdir. 8. sınıf öğrencilerinin çoğu bazı maddelerin yapısını açıklarken mikro özelliklerini atom ve moleküllerden oluşmuş olmaları şeklinde ifade etmiştir. Akışkanlık ve esneksizliği açıklarken ise 8. sınıf öğrencilerinin tamamı katı, sıvı ve gazda atom ve moleküllerin hızı ya da aralarındaki mesafe (mikro-hal) ile açıklamışlardır. Bu sonuçlar, her sınıf düzeyinde öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını anlama düzeyi ile maddenin akması ya da kırılması ya da yayılmasını açıklama düzeyleri arasında ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Maddenin yapısını makro düzeyde anlayan öğrenciler maddelerin davranışındaki farklılıkları açıklarken de makro düzeyde kalmaktadır. Benzeri şekilde, maddenin yapısını mikro düzeyde anlayan öğrenciler de maddelerin davranışlarındaki farklılıkları mikro düzeyde açıklamaktadırlar.

Öğrencilere metalin bükülebilmesi, suyun başka bir kaba kolaylıkla ayrılabilmesi ve şekerin kırılmasının nedeni sorulduğunda daha az mikro seviyede açıklamalar gelmiştir. Öğrencilerin çoğu bu özelliklerin atom ve moleküllerden oluşan yapıdan kaynaklandığını düşünmekte zorlanmışlardır. Özellikle 4. sınıf

öğrencileri sadece maddelerin gözle görülebilir özelliklerini açıklamalarında kullanmışlardır. Bununla birlikte 6 ve 8. sınıf öğrencileri maddenin tanecikli yapısı ile ilgili daha çok ders deneyimine sahip olmakla birlikte akışkanlık ve kırılma olaylarını açıklarken mikro seviye açıklamalar oldukça az çıkmıştır. Fen ve Teknoloji derslerinde katı sıvı ve gazların özellikleri incelenirken suyun akıcılığı en sık verilen örnek olmakla birlikte metalin bükülmesi pek kullanılan bir örnek değildir. Maddelerin yapısı ile ilgili olarak en çok tanecikli yapı içeren açıklama metal parçası için gelmesine rağmen, metalin bükülmesi söz konusu olduğunda bu olayı açıklamada öğrencilerin atom ve moleküllerin yapısı ve durumunu sebep gösterememeleri bundan kaynaklanmış olabilir. Bu durumda madde kavramının öğretilmesinde zengin içeriklerin kullanılması, örneklerin çoğaltılması ve çeşitlendirilmesi öğrencilerin benzer durumları farklı maddeler için de düşünmelerini sağlayacaktır. Özellikle 8. sınıf öğrencilerinin suyun yapısını açıklarken moleküllerden bahsetmelerine rağmen suyun akması konusunda moleküler seviyede düşünememiş olmaları da metaller konusunda varılan sonucu desteklemektedir.

Öğrencilerin bazı örnek olayları açıklamada maddenin tanecikli yapısını nasıl kullandıkları tespit edilmiştir. Bu amaçla günlük yaşamlarında çok karşılaştıkları buzun erimesi/donması ve tuzun çözünmesi örnek olay olarak incelenmiştir. Öğrencilerin hal değişimi ile ilgili olarak bir buz kalıbının oda sıcaklığında ne gibi değişikliğe uğradığı sorulmuştur. 4. sınıf öğrencilerinden biri hariç tümü makro düzeyde açıklamalar getirmişlerdir. Suyun yapısı ile ilgili olarak da makro açıklamalar yapan bu öğrencilerin erimeyi de makro seviyede açıklaması doğaldır. Yalnız bir öğrencinin suyun yapısını makro düzeyde açıklamasına rağmen buzun erimesini mikro düzeyde açıklaması, taneciklerin birbirinden uzaklaştığını ifade etmesi şaşırtıcı olmuştur. Bunun sebebi 4. sınıf Fen ve Teknoloji dersinde maddelerin hal değişiminin incelenmesinde suyun donması ve erimesinin en çok incelenen örnek olması olabilir. 6. sınıf öğrencilerinin maddenin yapısı ile ilgili görüşlerinde su için sadece bir öğrencinin atom ve moleküllerden bahsetmiş ancak hal değişimine geldiğinde üç öğrenci mikro düzeyde açıklamalar getirmiştir. Yine, suyun hal değişimi için örnek verilmesi ve 6. sınıf Fen ve Teknoloji derslerinde tanecik yapısındaki değişim üzerinde durulması bu farklılığın nedeni olabilir. Ancak

buradaki önemli problem öğrencilerin hal değişimini tanecik düzeyinde incelerken maddenin yapısını makro-tanecik düzeyinde anlamalarıdır. 8. sınıf öğrencilerinin tümü özellikle suyun yapısını atom ve molekül düzeyinde incelemelerine rağmen bir öğrenci hal değişimini açıklarken suyu oluşturan atom ve moleküllerdeki değişimden hiç bahsetmemiştir. Bu da öğrencilerin maddenin mikroskobik taneciklerden oluşmasını bilmelerine rağmen olayları açıklamada bu bilgiyi yeterince kullanamadıklarını göstermektedir.

Öğrencilerin maddenin yapısı ile ilgili açıklamaları ile çözünme konusundaki açıklamaları genellikle benzerlik göstermiştir. 4. sınıf öğrencilerinin tamamı maddeyi makroskobik özellikleri ile açıklarken çözünme olayını da makro düzeyde incelemiştir. 6. sınıf öğrencilerinde maddenin yapısı ile ilgili mikro düzeyde açıklamalar başlamış ve bununla birlikte çözünme ile ilgili mikro seviyede açıklamalar da bu seviyede başlamıştır. 6. sınıf öğrencilerinden biri hem maddenin yapısını hem de çözünme sürecini mikro düzeyde açıklamıştır. Maddenin yapısı ile ilgili makro açıklamalar yapan üç öğrencinin çözünme sürecini de makro düzeyde açıklaması doğaldır. 8. sınıf öğrencilerinde mikro düzeydeki açıklamalar önemli oranda artmıştır. 8. sınıf öğrencilerinin çoğu hem maddenin atom ve moleküllerden oluştuğu bilgisine sahiptir hem de bu bilgiyi çözünme olayını açıklamada kullanmışlardır. 8. sınıf öğrencilerinden biri suyun yapısını ilk bölümde mikro düzeyde açıklamasına rağmen çözünme olayını makro düzeyde açıklamıştır. Bu da öğrencilerin sahip olduğu bilgiyi olayları açıklamada kullanırken zorlandıklarını gösterir.

Çözünme olayını açıklamada da öğrencilerin sınıf seviyesi arttıkça mikro açıklamaların arttığı görülmektedir. Liu ve Lesniak (2006) da öğrencilerin ilkokuldan liseye madde kavramını anlama seviyelerindeki değişimi incelemiş ve sınıf seviyesine bağlı olarak anlama seviyelerinde anlamlı bir artış tespit etmişlerdir.

Öğrencilerin maddenin yapısı hal değişimi ve çözünme ile ilgili cevapları dikkate alındığında ilginç sonuçlar çıkmaktadır. Erdi (6. sınıf) ve İrem (8. sınıf) suyun yapısını ilk bölümde mikro düzeyde açıklamalarına rağmen hal değişimi ve çözünme sürecini makro düzeyde açıklamışlardır. Melike (6. sınıf) ise suyun yapısını ve hal değişimi sürecini mikro seviyede açıklarken çözünme olayını makro düzeyde

açıklamıştır. Bu durum öğrencilerin farklı olayları farklı algıladıklarını ve sahip oldukları temel bilgileri olayları açıklamada kullanmada zorlandıklarını göstermektedir.

İlk bölümde maddenin yapısını mikro düzeyde açıklayan öğrencilerin hal değişimi ve çözünme süreçlerini atomik seviyede açıklamaları şaşırtıcı olmamıştır. Benzer şekilde bazı öğrenciler ise hem maddenin yapısını hem de hal değişimi ve çözünme süreçlerini açıklarken atom ve molekül düzeyinde açıklamalar yapamamışlardır.

Literatüre göre kimya üç farklı seviyede anlaşılabilir: makroskobik, mikroskobik ve sembolik (Raviola, 2001). Öğrencilerin kimyanın temeli olarak kabul edilen maddenin tanecikli yapısı konusundaki mikroskobik seviyede anlamalarının 4. sınıftan 8. sınıfa doğru artış göstermesi zihinsel gelişimleri ile de yakından ilgilidir. Öğrenciler soyut kavramları öğrenmeye ancak 12 yaş ve sonrasında başlar (Piaget,1973; Martin, vd 1997) ve ancak bu yaş döneminden itibaren soyut kavramları muhakeme edebilir ve ilişkilendirebilir. Bou Jaoude ve Giuliano (1994) öğrencilerin muhakeme yeteneğinin kimya başarıları üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Öğrencilerin 12 yaş seviyesinden önce direkt olarak göremedikleri, günlük deneyimlerinden ve sezgilerinden yola çıkarak açıklayamadıkları kavramları (atom, molekül, iyon gibi) zihninde canlandırmaları zordur. (Gabel, 1993; Atasoy, 2004; Del Pozo, 2001).

İlköğretim okullarında okutulan Fen ve Teknoloji dersi müfredatı sınıf seviyelerinde incelendiğinde 4. sınıf seviyesinde maddenin görülebilir özellikleri, katı sıvı ve gaz maddelerin özellikleri (katıların belli bir şekli olduğu, sıvıların konuldukları kabın şeklini aldığı ve gazların buldukları ortama yayıldıkları), hal değişimi (katı maddenin ısıtıldığında eriyerek sıvı hale geçtiği, sıvı maddelerin soğutulduğunda donarak katı hale geçtiği) ile sınırlıdır. Bu da 4. sınıf öğrencilerinin madde ile ilgili açıklamalarının makro düzeyde kalmasını açıklamaktadır.

6. sınıf seviyesinde ise, öğrencilere maddenin tanecikli yapısı atom ve moleküllerden oluştuğu vurgulanarak verilmektedir. Hal değişimi ve çözünme olayları da atomik düzeyde öğretilmektedir. Buna rağmen, bazı öğrencilerin atomik

düzeyde açıklamalar yapamaması zihinsel gelişim düzeyleri ve önceden getirdikleri kavram yanılgıları ile ilgili olabilir. 6. sınıf Fen ve Teknoloji derslerinde hücrenin de aslında atomlardan oluştuğu vurgulanmaktadır. Ancak öğrencilerin görüşmede kürdan ile ilgili verdikleri ‘Hücrelerden oluşur’ yanıtı bu durumun iyi anlaşılmadığını göstermektedir.

8. sınıf Fen ve Teknoloji müfredatında ise maddenin tanecikli yapısının genişletilerek farklı kavramlara (kimyasal bağlar gibi) ilişkilendirilmektedir. Öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını anlamadan daha karmaşık kavram ve olayları açıklamaları zor olabilir. Bu nedenle, maddenin tanecikli yapısı ile ilgili yapılan tekrarlar onların daha fazla ders deneyimi kazanmasına ve ergenlikle birlikte zihinsel işlem becerisi kazanan öğrencilerin madde kavramı hakkında daha fazla mikro düzeyde açıklamalar yapmasına zemin hazırlamıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İlköğretimin değişik sınıflarında eğitim gören öğrencilerin madde kavramını algılayışlarını araştıran bu çalışmada 4., 6. ve 8. sınıf öğrencilerinin madde hakkında genelde makro düzeyde düşündükleri ve maddenin davranışlarını makro özellikleri ile açıklamaya çalıştıkları, ancak 8. sınıf öğrencilerinden bazılarının bazı maddelerde mikro düzeyde düşünebildikleri ve maddenin bazı davranışlarını mikro düzeyde açıklayabildikleri bulunmuştur. Bu bulgulardan madde kavramının öğrencilerinin yaşları ilerledikçe daha iyi anlaşıldığı ve günlük hayata uygulanmasının daha iyi yapılabildiği sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmada ilginç bir bulgu da öğrencilerin maddenin yapısı söz konusu olduğunda mikro düzeyde daha iyi düşünebildikleri, fakat maddenin erime ve çözünme gibi olaylardaki değişimini açıklarken aynı düzeyde düşünemediği ve daha çok makro düzeyde düşündükleridir. Öğrencilerin atom ve molekülleri bilmelerinin günlük hayatta defalarca karşılaştıkları olayları açıklamada yeterli olmadığı sonucuna varılmıştır. Buradan yola çıkarak öğrencilerin fen kavramlarını öğrenirken o kavramın günlük hayatta geçtiği olayları açıklamalarını istemeleri önerilir. Böylece, öğrenciler maddelerin davranışlarının asıl mikro düzeyde gerçekleşen değişikliklerden kaynaklandığını daha iyi anlayabilirler ve çevrelerinde gözledikleri olayları mikro düzeyde irdeleyerek açıklamayı bir zihin alışkanlığı haline getirebilirler.

Öğrenciler maddelerin gözlenen değişik davranışlarını açıklarken kürdan kırılırken suyun akması ve havanın yayılması gibi akışkanlık ve esneklik özelliklerini açıklarken daha çok makro seviyede açıklamalar getirmişlerdir. Benzeri şekilde tuzun suda çözünmesi olayını açıklarken de daha çok makro düzeyde açıklamalar getirmişlerdir. Sadece bazı 8. sınıf öğrencileri bu özellik ve olayları açıklarken mikro düzeyde açıklama getirmiştir. Maddenin yapısını mikro düzeyde açıklayan çocuklar bile bu noktada mikro düzeye inememişlerdir. Fakat buzun erimesi söz konusu olduğunda oldukça farklı bir durum gözlenmiştir. 8. sınıf öğrencilerinin çoğu, 6. sınıf öğrencilerinin yarısı ve 4. öğrencilerinden biri buzun erimesini mikro düzeyde açıklayabilmiştir. Çocukların olayları açıklamadaki sergiledikleri bu farklılık suyun erime ve donmasının Fen ve Teknoloji dersinde hal

değişimleri öğretilirken ve atom ve molekülleri öğretirken su molekülünün en çok verilen örnek olmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Öğrenciler kürdanın kırılması, metalin bükülmesi gibi örnekleri Fen ve Teknoloji derslerinde atom ve molekülleri öğrenirken incelememektedirler. Buna dayanarak, atom ve moleküllerin öğretilmesinde sadece hal değişimi konusunun değil, çözünme, akışkanlık, esneklik gibi olay ve özelliklerin de incelenmesi önerilir. Çünkü etkili fen öğretiminin amacı çocukların maddenin mikro yapısını anladıktan sonra makroskobik düzeyde gözlenen değişiklikleri ve olayları mikro düzeyde gerçekleşen değişikliklerden kaynaklandığını anlamaları ve mikro düzeydeki değişimlere dayanarak açıklayabilecek düzeye gelmeleridir. Ancak bu düzeye ulaştıklarında ileride öğrenecekleri daha detaylı kimyasal kavramları ve olayları anlayabilirler.

Bu araştırma 4, 6 ve 8. sınıflardan az öğrenci ile yapılan nitel bir çalışmadır. Bu durumda, sonuçlarının tüm öğrencilere genellenmesi söz konusu olamaz. Sadece araştırmaya katılan öğrencilerin madde kavramını anlama düzeylerini ortaya çıkarmıştır, fakat diğer araştırmalarla uyumlu bir şekilde bu öğretim seviyelerindeki öğrencilerin madde kavramı ve maddenin uğradığı değişiklikleri açıklarken kullandıkları fikirleri ortaya çıkararak öğretmenleri ve diğer uygulayıcıları bilgilendirmektedir. Benzeri çalışmaların yapılması önerilir ve böylece bilgilerin birikmesi ile öğrencilere madde kavramını mikro düzeyde anlayabilmeleri için daha iyi destek verilebilir.

KAYNAKÇA

- Ayas, A. & Özmen, H. (2002). Lise kimya öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma. *Bogazici University Journal of Education*, 19, 45-60.
- Ayas, A. , Özmen, H. ve Çalık, M. (2009). Students' conceptions of the particulate nature of matter at secondary and tertiary level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, Volume 8, Number 1 p. 165–184.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B. & Silberstein, J. (1986). Is an atom of copper malleable? *Journal of Chemical Education*, 63, 64-66.
- Boz, Y. (2006). Turkish pupils' conception of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education and Technology*, 15, 203-213.
- Cantu, L.R. ve Herron, J.(1978) Concrete and formal Piagetian stages and science concept attainment. *Journal of Research in Science Teaching*, 15, 135-143.
- De Jong, O, Van Driel, J. H. & Verloop, N. (2005). Preservice teachers' pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 946-964.
- Lawson, A.E. ve Renner, J.W. (1975) Relationships of science subject matter and developmental levels of learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 12, 347-358.
- Marek, E. A.(1986a) Understanding and misunderstanding of biology concepts. *The American Biology Teacher*, 48(1), 37-40.
- Marek, E. A. (1986b) They'll misunderstood, but they'll pass. *The Science Teacher*, 53(9), 32-35.
- MEB, Talim ve Terbiye Genel Kurulu Başkanlığı. (2005). İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (4.- 5. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara.
- MEB, Talim ve Terbiye Genel Kurulu Başkanlığı. (2006). İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (6, 7, 8..Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara.

- Nakhleh, M. B. & Samarapungavan, A. (1999). Elementary school children's beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 666-805.
- Nakhleh, M. B., Samarapungavan, A. & Saglam, Y. (2005). Middle school students' beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 581-612.
- Nakhleh, M. B., Samarapungavan, A., Saglam, Y. & Duru, E. (2008). A cross-cultural study: Middle school students' beliefs about matter. *Essays in Education, Special Edition*, p. 100- 123
- Özmen, H., Ayas, A. & Coştu, B. (2002). Determination of the science student teachers' understanding level and misunderstandings about the particulate nature of the matter. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 2, 506-529.
- Özmen, H., Kenan, O. (2007). Determination of the Turkish primary students' views about the particulate nature of matter. *Asia- Pasific Forum on Science Learning and Teaching, Volume 8, Issuer 1, Article 1, p. 2.*
- Ravialo, A. (2001), Assessing Students' Conceptual Understanding of Solubility Equilibrium, *Journal of Chemical Education*, 78, 5, 629-631
- Tsai, C. -C. (1999). Overcoming junior high school students' misconceptions about the microscopic views of phase change: A study of an analogy activity. *Journal of Science Education and Technology*, 8, 83-91.
- Valanides, N. (2000). Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1, 249-262.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008) *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Yilmaz, A. & Alp, E. (2006). Students' understanding of matter: the effect of reasoning ability and grade level. *Chemistry Education Research and Practice*, 6, 22-31.

EK 1. Görüşme Protokolü (Nakhleh & Samarapungavan, 1999)

Bölüm 1: Maddenin temel özellikleri (elementler ya da bileşikler)

1. GÖSTER: Bir şeker küpü.

2. SOR: Bu bir şeker küpü. Lütfen bu şeker küpünün özelliklerini anlatır mısın?

EĞER makro ya da sürekli düzeyde açıklamalar yapılmış ise;

O ZAMAN SOR Şeker küpü neden yapılmıştır?

Bütün bir madde parçası mıdır?

Yoksa küçük taneciklerden mi oluşmuştur?

EĞER tanecik düzeyinde açıklama yapılmış ise;

O ZAMAN SOR Küçük tanecikleri düşündüğümüzü varsayarsak, bütün tanecikler birbirinin aynısı mı yoksa birbirinden farklı mıdır?

Bu kutun içinde oyun hamuru var. Lütfen bu hamuru kullanarak bu küçük taneciklerin neye benzediğini gösterir misin?

EĞER tanecik düzeyinde açıklama yapılmış, fakat hala detaylı bilgi verilmemişse;

O ZAMAN SOR Lütfen bu küçük taneciklerin neye benzediğini açıkla mısın?

Neye benziyorlar?

EĞER öğrenci hala makro ya da sürekli düzeyde açıklamalar yapıyor, mikro düzeyde açıklamalar yapmıyor ise

O ZAMAN görüşmeye devam et.

3. TEKRAR ET: Aynı soruları bu kez odun, su, metal, bakır tel ve gaz dolu balon için sor.

Bölüm II. Tanecikler arasındaki ilişkiler:

4. SOR: Sence neden odun şeklini korurken su akar ve ben balonun ağzını açtığımda içindeki gaz neden uçup gider?

EĞER tanecik düzeyinde açıklama yapılmış ise;

O ZAMAN SOR Sence bu tanecikleri bir arada tutan nedir? Düşüncelerini bu oyun hamurunu kullanarak açıklar mısın?

EĞER makro ya da sürekli açıklamalar yapılmış ise;

O ZAMAN SOR Hatırlıyorsan sen bana dedin ki... (öğrenci tarafından yapılan açıklamalar hatırlatılır. Odun serttir, su yumuşaktır vs.). sence bu maddeler niçin böyleler? Sence neden bu maddeler farklı özelliklere sahip?

5. SOR: Bu şeker küpünü kırabilirsin, suyu ayırabilirsin, metali eğebilirsin, vs. Sence bu maddeler neden bu şekilde davranır?

EĞER tanecik düzeyinde açıklama yapılmış ise;

O ZAMAN SOR Sen bunu yaptığında küçük taneciklere ne oldu?

EĞER makro ya da sürekli açıklamalar yapılmış ise;

O ZAMAN SOR: Bu tanecikleri bir arada tutan nedir?

Sence bu kırık şeker parçası ile şeker küpü aynı özelliklere mi sahip?

Cevabını açıklar mısın?

Sence bu taneciklerle orijinal şeker küpünün ortak özellikleri nelerdir? (odun, vs.)

Sence bu taneciklerle orijinal şeker küpünün farklı özellikleri nelerdir? (odun, vs.)

7. TEKRAR ET: Aynı soruları bu kez odun, su, metal, bakır tel ve gaz dolu balon için sor.

Bölüm III. Saf maddelerde faz değişimi:

8. SOR: Bana buzun neden yapıldığını söyler misin?

(EĞER öğrenci cevap veremiyorsa ya da yanlış cevap verdiyse

O ZAMAN SOR Eğer sen bir tas suyu bir dondurucu içerisine birkaç günlüğüne koyarsan, tas içerisinde ne bulursun?

9. SOR: Bu buz küpü suyun donması ile elde edilmiştir. Sence bu buz küpü neden oluşur?

EĞER tanecik düzeyinde açıklama yapılmış ise

O ZAMAN SOR Eğer sen buz küpünü masa üstünde bekletirsen, o erimeye başlar. Sence buz içerisindeki su taneciklerine ne oluyor?

Lütfen oyun hamurunu kullanarak düşüncelerini açıklar mısınız?

EĞER makro ya da sürekli açıklamalar yapılmış ise;

O ZAMAN SOR Buza ne oluyor?

Niçin sence (öğrenci her ne söylüyorsa) oluyor?

10. TEKRAR ET: Aynı soruları bu kez odun, su, metal, bakır tel ve gaz dolu balon için sor.

11. SOR: (Biraz tuzu bir bardak suda çöz. Tuzun tamamı çözünsün) Sence suya ilave ettiğim tuza ne oldu?

12. Görüşmeye katıldığın için teşekkür ederim. Herhangi bir sorun var mı?

NOT: Eğer görüşme sırasında öğrenci atom ya da molekül terimlerini kullanırsa, bu terimlerden neyi kastettiklerini sor. Ya da görüşme sonunda onlara atom ya da molekül hakkında ne bildiklerini sorabilirsin.

EK 2. Kodlama Şeması (Nakhleh & Samarapungavan, 1999)

I. Öğrencilerin ilk madde tariflerinden ortaya çıkan kategoriler

1. Makro özellikler

- | | |
|-----------------------|---|
| 1.1. Görsel | Renk, görünür, görünmez, şeffaf, renksiz gibi görsel sistem tarafından algılanan öznelilikler. |
| 1.2. Şekil | Sivri, kare, yuvarlak, düzensiz gibi geometrik şekille ilgili öznelilikler. |
| 1.3. Bileşim | Ağaçtan yapılmıştır, şekerden yapılmıştır vb. gibi maddenin yapısı/ adı ile ilgili öznelilikler. |
| 1.4. Doku | Soğuk, sıcak, ıslak, kuru, pürüzlü, pürüzsüz gibi dokunma duyusu tarafından algılanan öznelilikler. |
| 1.5. Fonksiyon | Tahıl koymak, dişleri temizlemek, bir şeyleri kaldırmak gibi insanların maddeyi kullanma şekli |
| 1.6. Diğer Özellikler | 'Sert', 'kolayca bükülemez' ya da 'hafif' gibi çocuklar tarafından belirtilen çeşitli özellikler. |
| 1.7. Maddenin Hali | Maddenin hallerinin söylenmesi. Örneğin, katı, sıvı ya da gaz. |
| 1.8. Boyut | Şeker kristalleri gibi görülebilir taneciklerinin boyutunun gösterilmesi |
| 1.9. Tat | 'Şeker tatlıdır' gibi maddelerin hissedilen tatlarını belirtmek. |
| 1.10. İnsan Etkisi | İnsan etkisi tarafından oluşturulan olayları ifade eder. Örneğin, kürdanı parçalara bölmek ya da bakır teli bükme gibi. |
| 1.11. Miktar | 'Eğer daha fazla ise, daha ağırdır.' gibi Madde miktarı ile ilgili öznelilikler. |
| 1.12. Kaynak | 'Karadan gelir', 'Denizden gelir' gibi maddenin kaynağı ifadesi. |

2. Mikro özellikler

- 2.1. Bileşim ‘Atomlardan yapılmıştır’ ya da ‘Moleküllerden yapılmıştır’ gibi maddenin yapısı ile ilgili öznitelikler.
- 2.2. Mikro-miktar Mikro düzeydeki maddenin miktarı ile ilgili öznitelikler, Örneğin; Demir atomlarının moleküler kütlesi, tahta atomlarından daha ağırdır.

II. Görüşmecinin derinleştirici sorularından sonra ortaya çıkan kategoriler

3. Makro-sürekli ‘Bir parçadan yapılmıştır,’ ‘Katı bir parça’, ‘Bölünemez ya da kırılmaz’ gibi maddenin sürekli bir görünümünü işaret eden ifadeler.
4. Makro-tanecik ‘Küçük parçalardan yapılmıştır’, ‘İnsanlar tarafından küçük taneciklere kırılabilir’ gibi maddenin tanecikli (moleküler olmayan) görünümünü işaret eden ifadeler. Genellikle bir bütünden kopan küçük parçalar gibi şekil ve boyut olarak farklı, ufak parçaları ifade eder. Öğrencilerin çoğu şeker kristalleri ya da odun kıymıkları gibi küçük fakat görülebilir tanecikleri ifade edeceklerdir.
5. Makro-tarif Maddeleri/nesneleri renk, doku, şekil, büyüklük gibi terimler içinde açıklar. (Bkz. Kategori 1)
6. Mikro-tanecik Maddenin moleküler görünüşlerini işaret eden ifadelerdir. Örneğin; ‘atomlardan yapılmıştır’, ‘moleküllerden yapılmıştır’ gibi. Genellikle moleküllerin şekil ve büyüklüğünü kırık parçalardan daha düzgün olduğunu, atomların çok çok küçük ve

görünmez olduğunu gösterir. Bazen boyutun mikrop ölçeği ile karıştırılması vardır (Bkz. Kategori 2)

III. Akışkanlık, kırılabilirlik ve esneklik açıklamalarından doğan kategoriler

- | | |
|----------------------|---|
| 7. Makro-tarif | Diğer, nedeni olan özelliklere dayalı olgu açıklamasıdır. Örneğin; ‘O bükülür, çünkü sert değildir’. Açıklamanın moleküler düzeyini çağırılmaz. |
| 8. Makro-maddeye has | Maddeye özgü olduğu fark edilen özelliklere dayalı olgu açıklamasıdır. Örneğin; ‘Odun serttir’, ‘Metaller bükülebilir’ |
| 9. Makro-hal | ‘Su sıvıdır’ gibi maddenin haline dayalı bir olgu açıklamasıdır. |
| 10. Makro-kuvvet | Yerçekimi gibi bir dış kuvvet etkisine dayalı bir olgu açıklamasıdır. |
| 11. Makro-bileşim | ‘Odun ağaçtan yapılmıştır, fakat su kimyasallardan yapılmıştır’ gibi maddenin bileşimine dayalı açıklamalardır. |
| 12. Makro-sıkıştırma | Maddenin sıkıştırılmış yapısının algılanmasına dayalı açıklamalar. Örneğin; ‘Tel daha kalındır (yoğundur), kırılmaz’. |
| 13. Açıklamasız | Maddeler arasında ayırt edici olmayan özelliklere dayalı açıklamalardır. Örneğin; bakır tel ve kurdan için ‘Her ikisi de katıdır’ gibi. |
| 14. Makro-tanecikli | Maddenin tanecikli (moleküler olmayan) görünüşüne dayanan olgu açıklamasıdır. Örneğin ‘su küçük taneciklere sahiptir fakat odun değildir’ gibi. |

15. Makro-sürekli Maddenin sürekli görünüşüne dayalı olgu açıklamasıdır. Örneğin; ‘Odun serttir çünkü sıkıştırılmıştır, fakat su öyle değildir’ gibi.
16. Makro-miktar Madde miktarına dayalı bir olgu açıklamasıdır. Örneğin; ‘Ne kadar fazla olursa o kadar sağlam olur’ gibi.
17. Mikro-tanecik Maddenin moleküler görünüşüne dayanan bir olgu açıklamasıdır. Örneğin; ‘Su daha serbesttir çünkü molekülerden oluşur, odun ise oluşmaz.’
18. Mikro-hal Maddenin moleküler haline dayanan bir olgu açıklamasıdır. Örneğin; ‘Su akar çünkü o bir molekül ya da atomdur.’
19. Mikro-bileşim ‘Onlar farklı özelliklere sahiptir çünkü onlarda farklı atom ya da moleküller vardır’ gibi maddenin bileşimine dayalı bir olgu açıklamasıdır.

IV. Hal değişimi ve çözünme açıklamalarından doğan kategoriler

20. Makro-süreç Meydana gelen sürecin algılanmasına dayanan açıklamadır. Örneğin; ‘Su donar ve buza dönüşür’ gibi.
21. Makro-süreç- ısı ‘Buz ısıtıldığında erir’ gibi ısıyı kapsayan sürecin algılanmasına dayanan açıklama.
22. Mikro-süreç ‘Tuz molekülleri su moleküllerine katılır, daha sıkı hale gelmek için diğerlerine uyar’ gibi moleküler seviyedeki sürece dayalı tanımdır.
23. Mikro-süreç-ısı Isı gerektiren moleküler seviyedeki süreç tanımdır. Mesela; ‘Bir şeyi ısıttığında atomlar gevşer ve yayılır.’

ÖZGEÇMİŞ

15.09.1980 yılında İstanbul'da doğdu. İlkokulu İstanbul Ahmet Cevdet Paşa İlkokulu'nda, ortaokulu Mahmudiye İlköğretim Okulunda okudu. Lise öğrenimini Eskişehir Yunus Emre Anadolu Öğretmen Lisesi'nde tamamladıktan sonra Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümünden 2001 yılında mezun oldu. 2003 yılında Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde lisansüstü eğitime başladı. Halen Düzce Yunus Emre İlköğretim Okulunda Fen ve Teknoloji öğretmeni olarak görev yapmaktadır.