



8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MADDE KAVRAMINI KAVRAMSAL ANLAMALARI ÜZERİNE NİTEL ÇALIŞMA

QUALITATIVE STUDY of 8th GRADERS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING of the CONCEPT of MATTER

Gülşen LEBLEBİCİOĞLU*

ÖZET: Madde kavramı, çocukların zengin deneyim yaşadıkları, anlamlandırmaya çalıştıkları bir kavramdır. Makroskobik özellikleri yanında mikroskobik özelliklerinin de sağlıklı öğrenilmesi birçok kavramın öğrenilmesine zemin oluşturmaktadır (Nakhleh, 1992). Bu çalışmada, Bolu ilinde bir ilköğretim okulunda 15 sekizinci sınıf öğrencisi ile Nakhleh, Samarapungavan, Sağlam ve Duru (2006) çalışmasında kullanılan sorular sorularak klinik görüşmeler yapılmıştır. Veriler Nakhleh ve Samarapungavan (1999) makalesindeki kavramsal yapı kullanılarak kodlanmıştır. Öğrencilerin birçoğu maddelerin yapısını açıklarken atom ve molekül düzeyinde açıklamalar yapmışlardır. Hal değişimini açıklarken de çoğu öğrenci mikro düzeyde açıklama yapmış, fakat çözünme olayını açıklarken makro seviyede açıklamalar daha fazla öne sürülmüştür. Katının şeklini korurken, suyun akışkanlığını ve gazların yayılmasını açıklarken öğrencilerin çoğu mikro düzeyde açıklama getirmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları Nakhleh, Samarapungavan ve Sağlam (2005) ve Nakhleh ve diğerlerinin (2006) çalışmalarındaki verilerle karşılaştırıldığında iki çalışmaya katılan Türk öğrencilerin Nakhleh et al. (2005) çalışmasına katılan Amerikalı öğrencilerden daha fazla mikro düzeyde açıklama yaptıkları, fakat açıklamaların Amerika'daki öğrencilerin açıklamaları kadar çeşitlilik göstermediği görülmüştür.

Anahtar sözcükler: madde, mikro ve makro özellikler, hal değişimi, çözünme

ABSTRACT: Concept of matter is a concept that children have experienced frequently in daily life and tried to understand. Students' conception of matter were searched at different contexts, because it affects students' understanding of many concepts related to matter (Nakhleh, 1992). In this study, semi-structured clinical interviews were conducted with fifteen eighth graders. Interview questions were taken from Nakhleh, Samarapungavan, Sağlam and Duru's (2006) study. Data were coded according to the coding scheme given in Nakhleh & Samarapungavan (1999) study. Results of the study showed that students were mostly at micro-level while they were describing the matter. Most of them could provide micro-level explanations while explaining melting process. But, most of them were proposed macro-level explanations for the dissolution process. Most of them were at micro-level while explaining the fluidity of water and distribution of gas while tooth-stick conserving its shape. When the results of this study were compared to Nakhleh, Samarapungavan, and Sağlam (2005) and Nakhleh et al. (2006) study, it could be said that students participating this study and Izmir study proposed more micro-level questions at most of the questions than the American students participated to Nakhleh, et al. (2005) study. On the other hand, American students' explanations were varied more than the explanations of Turkish students.

Keywords: conception of matter, micro and macro level properties, phase change, dissolution

1. GİRİŞ

Son yıllarda fen öğretiminde yaygınlaşan oluşturmacı yaklaşıma göre öğrenmede başlangıç noktası öğrencilerin sahip oldukları kavramlar ve bu kavramları nasıl anlamlandırdıkları olmaktadır. Bu nedenle, öğrencilerin geçtiği kavramsal değişimi izlemek önemlidir. Madde kavramı, çocukların zengin deneyim yaşadıkları ve anlamlandırmaya çalıştıkları bir kavramdır. Ayrıca, maddenin makroskobik özellikleri yanında mikroskobik özelliklerinin de olması ve mikroskobik özelliklerinin sağlıklı öğrenilmesinin ileride öğrenilecek kavramlardan olan maddenin halleri, hal değişimi, çözünme, basınç, hacim ve sıcaklığın gazlar üzerine etkisi, kimyasal reaksiyonlar ve kimyasal denge gibi kavramların öğrenilmesine zemin oluşturmaktadır (Nakhleh 1992).

Bu nedenle, madde kavramı hakkında çocukların sahip oldukları anlamlandırmaların ortaya çıkarılması, onların bilimsel madde kavramına ulaştırılması için önemlidir. Diğer yandan, madde kavramı az araştırılan fen kavramlarından (Au, Sidle, Rollins 1993; Rosen ve Rozin 1993; Nakhleh ve Samarapungavan 1999). Au ve diğerlerinin (1993) 3-7 yaşındaki çocukların madde hakkındaki anlamlandırmalarını çözünme içeriğinde araştırmış ve üç yaşındaki çocukların bile maddenin

* Doç. Dr., Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı.
E-posta: gulsen@ibu.edu.tr

çözünürken daha küçük parçacıklara ayrılabilmesini ve bunun çözeltinin özelliğini etkilediğini anlayabildiklerini belirtmiştir. Rosen ve Rozin (1993) 3-5 yaşındaki çocuklarla yine çözünme içeriğinde madde hakkındaki anlamlandırmalarını araştırmış ve Au ve diğerlerinin (1993) çalışmasındaki sonuçlara benzer sonuçlar rapor etmişlerdir. Nakhleh ve Samarapungavan (1999) ise 7-10 yaşındaki çocukların madde kavramı hakkındaki alternatif kavramlarını oldukça kapsamlı bir şekilde araştırdığı çalışmada, çocukların çoğunun madde kavramı hakkında düşünürken makro düzeyde olduğu, yani görülebilir özellikleriyle açıklamalar getirdiklerini, ancak az bir kısmının mikroskobik düzeyde, yani görülemeyen özellikleriyle açıklamalar getirdiklerini rapor etmişlerdir. Daha sonra, Nakhleh, Samarapungavan ve Sağlam (2005) aynı görüşme protokolünü kullanarak Amerika'daki bir grup 8. sınıf öğrencisinin madde kavramını anlamlandırmalarını araştırmışlardır. Aynı grup, 2005 yılında İzmir'de bir grup 8. sınıf öğrencisi ile madde kavramı üzerine görüşmeler yapmış ve Nakhleh ve diğerlerinin (2004) çalışmasındaki verilerle karşılaştırarak rapor etmişlerdir (Nakhleh, Samarapungavan, Sağlam ve Duru 2006). Bu çalışmada Türk öğrencilerin maddeleri tarif ederken Amerikan öğrencilerden daha fazla mikroskobik düzeyde kavram kullandıkları, maddenin hal değiştirmesi ve çözünme olaylarının açıklanmasında ise Amerikan öğrencilerin daha çok mikroskobik düzeyde kavram kullanarak açıklama yaptıkları ve açıklamaların çeşitliliğinin Amerikalı öğrencilerde daha fazla olduğu bulunmuştur.

Ülkemizde madde kavramı konusunda yapılan bir başka araştırmada (Çalık ve Ayaş 2005), 8. sınıf öğrencilerinin bazı fen kavramlarını anlamaları, öğretmen adaylarının anlamaları ile karşılaştırılmıştır. Bu araştırmanın çözünme kavramı ile ilgili bölümünde öğretmen adaylarının yazılı açıklamalarında çözünmeyi öğrencilerden daha iyi anladıklarının belirlendiği, fakat çizimlerde iki grup arasında çok fazla farklılık olmadığı ve ancak yaklaşık %40'nın çözünmeyi doğru bir şekilde resmettikleri bulunmuştur. Demircioğlu, Demircioğlu ve Ayaş (2004) sınıf öğretmeni adaylarıyla yaptığı benzeri bir çalışmada, öğretmen adaylarının maddenin makroskobik yapısını yeterli düzeyde anladıklarını, fakat mikroskobik yapısını yeterince anlamadıklarını ve makroskobik özellikler ile mikroskobik özelliklerin birbiriyle karıştırıldığını belirtmiştir.

Bu çalışma, Nakhleh ve diğerlerinin (2006) çalışmasındaki klinik görüşme protokolü uygulanarak yapılmıştır. Böylece, bu araştırmada toplanan veriler Nakhleh ve diğerlerinin (2006) araştırması kapsamında İzmir'den toplanan verilerle karşılaştırılabilmesi amaçlanmıştır. Nitel araştırmalar az katılımcı ile yapıldığı için ancak benzeri çalışmalar yapıldıkça daha genellenebilir bilgilere doğru ilerlenebilmektedir.

2. YÖNTEM

Araştırma Bolu'da değişik sosyo-ekonomik düzeyde öğrencileri olan bir ilköğretim okulunda yapılmıştır. Katılımcılar 15 (9 kız, 6 erkek) 8. sınıf öğrencisidir. Öğrenciler, öğretmenler tarafından bir sınıfı temsil edecek şekilde başarılı, orta başarılı ve başarısız öğrencilerden karma bir grup oluşturacak şekilde seçilmiştir. Örneklem amaçlı olup, amaç her başarı seviyesinden öğrencinin bulunmasıdır. Öğrencilerle bireysel olarak yarı-yapılandırılmış klinik görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler okulda uygun bir odada öğrencileri maddenin değişik özellikleri üzerinde düşünmeleri istenen malzemeler kullanılarak yapılmıştır.

Sorular öğrencilerin madde hakkındaki fikirlerini ortaya çıkarmaya yöneliktir ve Nakhleh ve diğerlerinin (2006) çalışmasından alınmıştır. Görüşmelerde öğrencilerin, maddenin hem makroskobik seviyede yani gözlelenebilir özelliklerini hem de mikroskobik seviyede, atom ve molekül düzeyinde açıklamalarını derinleştirecek şekilde hazırlanmış yarı-yapılandırılmış görüşme protokolü kullanılmıştır. Görüşmeler madde hakkında üç alt bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde saf maddelerin özellikleriyle ilgili sorular, ikinci bölümde maddenin parçacıkları arasındaki ilişki ile ilgili sorular, üçüncü bölümde ise, hal değişimi ve çözünme hakkında sorular sorulmuştur. Sorular tanımlayıcı ve açıklayıcı sorular olmak üzere iki tiptir. Tanımlayıcı sorularda her öğrenciden gösterilen her bir maddenin özelliklerini tarif etmesi istenmiştir. Açıklayıcı sorularda ise, öğrenciye madde ile ilgili bir olay gösterilerek açıklaması istenmiştir. Örneğin, eriyen bir buz gösterilmiş ve bu olayı açıklaması istenmiştir. Ayrıca maddenin üç hali hakkında öğrencilerin düşünceleri araştırılmış ve bunun için küp şeker, bakır tel, helyum ile dolu balon ve su gibi maddeler kullanılmıştır.

Görüşmeler ses kayıt cihazı kullanılarak kaydedilmiştir. Kaydedilen veriler çözümlenmiştir. Her bir görüşme yaklaşık 25-30 dakika sürmüştür. Görüşmeci daha fazla bilgiye ulaşmak için genellikle öğrencilere derinleştirici sonda soruları sormuştur. Görüşmeler içerik analizi uygulanarak analiz edilmiştir. Verilerin sağlıklı bir şekilde karşılaştırılabilmesi amacıyla Nakhleh ve Samarapungavan'ın (1999) makalesindeki kavramsal yapı kullanılarak kodlanmıştır. Nitel verilerin kodlamasında güvenilirliği artırmak amacıyla iki araştırmacı bağımsız kodlamalar yapmış ve kodlamalarını karşılaştırarak uzlaşmaya varmışlardır. Kodların frekansı grafiğe geçirilmiş ve yorumlanmıştır.

3. BULGULAR ve YORUM

Öğrencilerin cevapları Nakhleh ve Samarapungavan'ın (1999) makalesindeki kategorilere göre kodlanmış ve aşağıda belirtilen beş ana kategoride sınıflandırılmıştır.

a) maddelerin ilk tarifi

b) maddelerin yapısı

c) akışkanlık (su, kürdan ve gazın karşılaştırılması), kırılma (bakır tel, su ve şeker küpünün karşılaştırılması) ve esneklik özelliklerinin açıklanması

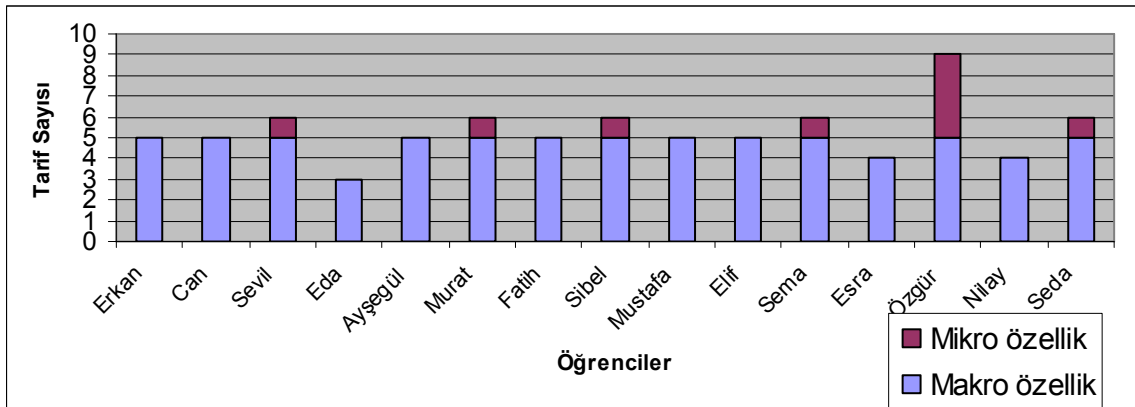
d) hal değişiminin açıklanması (su ve buz)

e) çözünmenin açıklanması (tuz ve su)

Bulgular bundan sonraki bölümlerde bu alt başlıklar altında sunulacaktır.

3. 1. Maddelerin İlk Tarifi

İlk bölümde öğrencilere şeker küpü, kürdan, su, bakır tel ve helyum dolu balon teker teker gösterilerek her bir maddenin özellikleri sorulmuştur. Öğrencilerin tariflerinde belirttikleri özellikler, a) makroskobik özellikler, örneğin şekil, tat, görev gibi bir maddenin görülebilir özellikleri, b) mikroskobik özellikler, örneğin atomlardan oluşması gibi bir maddenin gözle görülemeyen özellikleri olarak sınıflandırılmıştır. 15 öğrencinin tamamı ilk olarak maddelerin makroskobik özelliklerini tarif etmişlerdir. En çok tarif edilen makroskobik özellikler, maddenin kullanım şekli (*çaya atarız gibi*) (26), maddenin hali (24), maddenin görünür özellikleri (renk, berraklık, v.b.) (22), maddenin şekli (25), maddenin nelerden oluştuğu (*tahtadan, şeker küpünden oluşmuştur gibi*) (21), maddenin kaynağı (11), insan etkisi (*karabiliriz gibi*) (6) ve tattır (6).



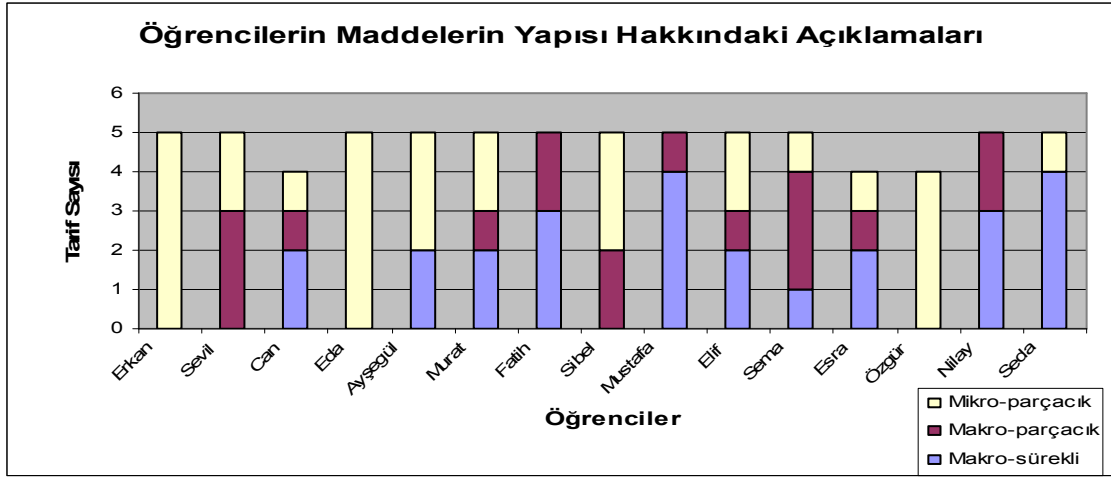
Şekil 1. Maddelerin İlk Tarifi

Çoğu öğrenci makroskobik düzeyde kalırken, 6 öğrenci (Sevil, Murat, Sibel, Sema, Özgür, Seda) ilk tariflerinde önce makroskobik özellikleri tarif ettikten sonra bir kaç mikroskobik özellik belirtmişlerdir. Belirtilen mikroskobik özellikler maddenin mikroskobik yapısı (*su, hidrojen ve oksijen atomlarından oluşmuştur v.b.*) ve mikro düzeydeki miktar (*sayılamayacak kadar çok atomdan oluşmuştur v.b.*) olmuştur. Örneğin, Sevil, şeker küpünü atomlarla açıklamıştır. Murat ve Sibel suyu açıklarken moleküllerden bahsetmiştir. Sema da suyu "*H ve O atomlarından oluşmuştur, sayılamayacak kadar çoktur*" şeklinde açıklamıştır. Özgür şeker küpü, kürdan, su ve gazı mikroskobik özellikleriyle "*gaz da atomlar durmadan birbirlerinin üzerinden kayıyor*" ifadeleriyle, Seda ise şeker küpünü "*çayın içine attığımızda sıcakta çözünüyor, moleküllerine ayrılıyor*" şeklinde açıklamıştır.

3. 2. Maddelerin Yapısı

Maddelerin özelliklerinin tarifi alındıktan sonra, öğrencilere her bir maddenin, tek bir parçadan mı yoksa daha küçük parçacıklardan mı oluştuğu sorulmuş, daha küçük parçadan oluşuyor diyen öğrencilere bu parçacıkların ne olduğu gibi daha fazla açıklama isteyen sonda soruları sorulmuştur. Öğrencilerin cevapları makro-sürekli, makro-parçacık, mikro-parçacık kategorilerinde sınıflandırılmıştır. Sonuçlar Şekil 2’de verilmektedir.

Maddenin bir bütün olduğu algısına (makro-sürekli) üç öğrenci hariç (Erkan, Eda ve Özgür) her öğrencide farklı oranlarda rastlanmıştır. Maddelerin tanecikli yapısını anlamada her öğrenci farklı bir profil sergilemektedir.



Şekil 2. Maddelerin Yapısı

Öğrencilerin tanımları çeşitlilik göstermiştir. Üç öğrenci (Fatih, Mustafa ve Nilay) çoğu maddenin bir bütün olduğunu (makro-sürekli) belirtmiş ve bazı maddelerin daha küçük parçacıklardan oluştuğunu fark edebilmişlerdir, fakat hiç bir maddede mikro düzeye inerek atom ya da moleküllerden oluştuklarını belirtememişlerdir. Bu öğrenciler maddenin hangi halde olursa olsun parçacıklı yapısı olduğunu bilmemektedir.

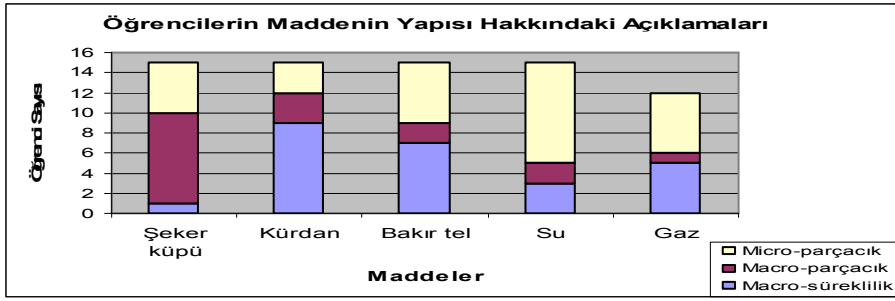
Ayşegül ve Seda’nın durumları ise daha ilginçtir. Özellikle Seda maddenin bir bütün olduğunu düşünürken bazı maddelere gelindiğinde atom ve moleküllerden oluştuğunu belirtmektedir. Ayşegül de bazı maddelerin bir bütün olduğunu düşünmüş, bazılarının ise atom ve moleküllerden oluştuğunu belirtmiştir. Bu öğrenciler makro düzeyden mikro düzeye sıçrama göstermektedir.

Sevil ve Sibel maddeyi bütün olarak algılamayı aşmış ve daha küçük parçacıklardan oluştuğunu belirtmişler, fakat sadece bazılarında bu parçacıkların atom ve molekül olduğunu ifade etmişlerdir.

Beş öğrenci (Can, Murat, Elif, Sema ve Esra) bazı maddelerde makro düzeyde düşünürken, bazı maddelerde makro-parçacık ve bazı maddelerde ise mikro-parçacıklardan yani atom ve moleküllerden oluştuğuna yönelik açıklamalar yapmışlardır. Bütün öğrenciler şekeri makro-parçacık seviyesinde “küçük parçalardan oluşuyor” ve suyu da mikro parçacık seviyesinde “H ve O molekülleri var” şeklinde açıklamışlardır. Kürdanı ise genelde bir bütün olarak algılamışlardır (makro-sürekli). Bakır teli de öğrencilerin büyük bir çoğunluğu “tek bir parçadan oluşmuştur” (makro-sürekli) şeklinde açıklamışlardır. Bu öğrenciler maddeye göre değişik düzeyde düşünebilmektedirler. Genelde katıların tek parçadan oluştuğunu düşünmekte, sadece şeker küpünde şeker kristallerini gördükleri için daha küçük parçacıklardan oluştuğunu düşünmektedirler, fakat yine de şeker moleküllerinden bahsetmemektedirler. Sıra suya geldiğinde suyun moleküllerden oluştuğunu (mikro-parçacık) belirtmektedirler. Bunun sebebi, Fen kitaplarında H₂O simgesinin çok kullanılması ve suyun molekülünün bize en yakın sıvı olduğu için çok örnek verilmesi olabilir.

Sadece üç öğrenci (Erkan, Eda ve Özgür), bütün maddeleri mikro seviyede açıklamışlar, yani bütün maddelerin atom ya da moleküllerden oluştuğunu algılayabilmişlerdir.

Öğrencilerin açıklamalarını maddenin cinsinin de etkilemiş olabileceği düşünülerek veriler her madde için tekrar sınıflandırılmış ve Şekil 3'te sunulan grafik elde edilmiştir.



Şekil 3. Her bir maddenin bileşimi

Kürdanda öğrencilerin çoğu kürdanın tek bir parça olduğunu belirtmişlerdir ve makro-süreklilik olarak sınıflandırılmışlardır. Ancak üç öğrenci daha küçük parçacıklardan oluştuğunu belirtmiş ve başka üç öğrenci kürdanın atom ve moleküllerden oluştuğunu belirtmiştir. Bakır telde ise, öğrencilerin yarısı tek bir parçadan oluştuğunu belirtmiş, iki öğrenci küçük parçacıklardan oluştuğunu ve ancak dört öğrenci bakır telin atom ve moleküllerden oluştuğunu belirtmiştir. Kürdan ve bakır tel karşılaştırıldığında bakır telde tanecikli yapının daha fazla öğrenci tarafından belirtildiği görülmektedir. Bunun nedeni, bakır telin bükülmesi olabilir, halbuki kürdan kırılmaktadır. Şeker kúpünde ise, sadece bir öğrenci şeker kúpünün bir bütün olduğunu (makro-süreklilik) belirtmiş, diğerlerinin çoğu (9 öğrenci) şeker kúpünün daha küçük taneciklerden oluştuğunu (makro-parçacık) belirtmiş, sadece beş öğrenci şeker kúpünün atom ve moleküllerden oluştuğunu (mikro-parçacık) belirtmiştir.

Helyum gazında ise, üç öğrenci soruyu cevaplamamıştır. Cevaplayan 12 öğrenciden beşi gazın bir bütün olduğunu (makro-süreklilik) belirtmiş, sadece bir öğrenci daha küçük parçacıklardan oluştuğunu (makro-parçacık) belirtmiş, kalan altı öğrenci ise bu parçacıkların atom ve molekül olduğunu (mikro-parçacık) belirtmiştir.

Su söz konusu olduğunda ise, sadece üç öğrenci suyun tek bir parça olduğunu, iki öğrenci daha küçük parçacıklardan oluştuğunu ve öğrencilerin çoğu (on öğrenci) suyun atom ya da moleküllerden oluştuğunu (mikro-parçacık) belirtmiştir. Hatta daha detaya inerek hidrojen ve oksijen atomlarından oluştuğunu da belirtmişlerdir.

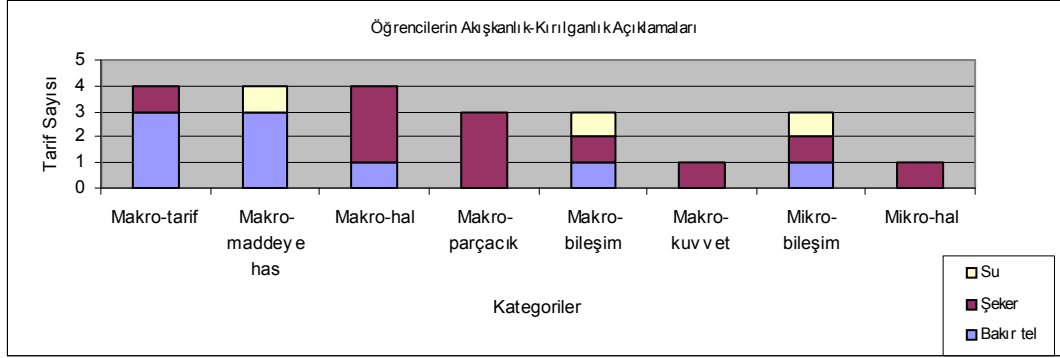
Görüldüğü gibi, maddenin cinsi ve şekli öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını algılamasını etkilemiştir. Maddenin tanecikli yapısının en iyi düşünüldüğü örnekler kúp şeker ve su olmakla birlikte, şekerde küçük parçacıklardan oluştuğuna yönelik açıklamalar çoğunlukta olurken, suda moleküllerden oluştuğuna yönelik açıklamalar çoğunluktadır. Bunun nedeni, suyun moleküller öğretilirken en çok verilen örnek olması olabilir. Öğrencilerin suyun su moleküllerinden oluştuğuna ek olarak "bir oksijen ve iki hidrojen atomundan oluşur" gibi ifadeler kullanmaları su molekülünü detaylı öğrendiklerinin kanıtıdır. Ancak, su üzerinde öğrenilen molekül bilgilerinin özellikle katılara ya da gazlara transfer edilmediği gözlenmiştir. Şeker kúpünün ise, şeker kristallerinden oluştuğunun görülüyor olması makro-parçacık seviyede açıklanmasına neden olmuş olabilir. En az mikro seviyedeki açıklama ise kürdanda yapılmıştır.

3. 3. Akışkanlık, Kırılgenlik ve Esneksizlik (Rigidity)

Öğrencilere günlük hayatta karşılaştıkları şekerin kırılması, bakır telin bükülmesi, balonun ağzını açınca gazın dışarı çıkması gibi olaylar gösterilerek bunları açıklamaları istenmiştir. Bu sorularla öğrencilerin, maddenin makroskobik özelliklerini mikroskobik özellikleriyle açıklayıp açıklayamadıkları araştırılmaktadır. Öğrenciler bu olayları genellikle maddelerin makroskobik özellikleriyle açıklamışlardır. Öğrencilerin cevapları makro-tarif, makro-maddeye has, makro-hal, makro-parçacık, makro-bileşim, makro-kuvvet, mikro-bileşim, mikro-hal ve mikro-parçacık kategorilerinde kodlanmıştır. Bu kategorilerin açıklamaları ve örnekleri sonraki bölümlerde yeri geldikçe verilecektir.

3. 3. a. Akışkanlık ve Kırılganlık

Öğrencilere, şeker kırılırken bakır telin bükülebildiği ve suyun başka bir bardağa kolayca ayrılabilirdiği gösterilmiş ve öğrencilere bunların neden böyle olduğu sorulmuştur. Öğrenciler maddelerin bu farklı davranışlarını en çok bu maddelerin kendilerine has özelliklerinden kaynaklandığını (makro-maddeye has), maddelerin ince veya sert olması gibi özelliklerinden (makro-tarif) ve o maddelerin buldukları halden (makro-hal) kaynaklandığını belirterek açıklamaya çalışmışlardır. Sonuçlar Şekil 4'te verilmektedir.



Şekil 4. Akışkanlık ve Kırılganlık

Öğrenciler genelde makro düzeyde açıklamalar getirmişlerdir. Ayrıca, yine maddenin cinsine göre farklılıklar görülmüştür. Bakır telin bükülme özelliğinin kendine has bir özellik olması (makro-maddeye has) ve ince olmasından (makro-tarif), kaynaklandığı belirtilmiştir. Katı olması ve bileşiminin hem makro (makro-bileşim) hem de mikro düzeyde farklı olması (mikro-bileşim) daha az belirtilmiştir.

Küp şekerin kırılması söz konusu olduğunda, öğrenciler genelde katı olması (makro-hal) ve küçük parçalardan oluşmasını (makro-parçacık) neden olarak öne sürmüşlerdir. Az da olsa sert olmasından (makro-tarif), bileşiminden (makro-bileşim), kuvvet uygulanmasından (makro-kuvvet), mikro düzeyde bileşiminin farklı olması (mikro-bileşim) ve moleküllerinin yakın olmasından (mikro-hal) kaynaklandığı gibi açıklamalar da gelmiştir. Öğrenci açıklamalarındaki en çok çeşitlilik şekerin kırılmasında görülmüştür.

Suyun başka bir bardağa kolayca ayrılabilme özelliğini daha az öğrenci açıklamıştır. Açıklamalarda aynı sayıda olmak üzere suya has bir özellik olması (makro-maddeye has), makro düzeydeki bileşiminin etkili olması ve moleküllerden oluşması (mikro-bileşim) açıklaması gelmiştir. İlginçtir ki, önceki soruda suyu tarif etmeleri istendiğinde öğrencilerin çoğunluğu (10 öğrenci) moleküllerden oluştuğunu belirtmekle birlikte, suyu bir başka bardağa döktüğümüzde neden şeker gibi kırılmayıp dökülebildiği ve ayrılabilirdiği sorulduğunda suyun moleküllerden oluşmasının buna neden olduğu gibi bir açıklama getirmemişlerdir. Suyun moleküllerden oluştuğunu hatta oksijen ve hidrojen atomlarından oluştuğunu bilmeleri suyun akışkanlığı konusundaki günlük hayat gözlemini açıklamalarına yetmemiştir.

Şeker söz konusu olduğunda sudaki kadar bir çelişki çıkmamıştır. Önceki soruda küp şekeri tarif ederken öğrencilerin çoğu (9 öğrenci) şeker küpünün daha küçük parçacıklardan oluştuğunu (makro-parçacık) belirtmiştir. Şeker küpünü kırarak neden bakır tel gibi bükülmeyip kırıldığı sorulduğunda yine küçük parçacıklardan oluşmuş olması en çok öne sürülen açıklama olmuştur. Mikro düzeyde açıklama yani şeker küpünün moleküllerden oluştuğu açıklaması suda olduğu gibi bu soruda da az çıkmıştır. Başka ilginç bir nokta moleküller arasındaki uzaklığın az ya da fazla olması gibi mikro-hal kategorisine yönelik açıklama sadece şeker söz konusu olduğunda ortaya çıkmıştır. Bu da şeker küpünde görülen şeker kristallerinin birbirine yakın görünmesinden kaynaklanabilir. Şeker molekülleri ile açıklama getiren bir çocuk bu makro-düzeydeki gözlemden dolayı şeker moleküllerinin de birbirine yakın olduğunu düşünmüş olabilir.

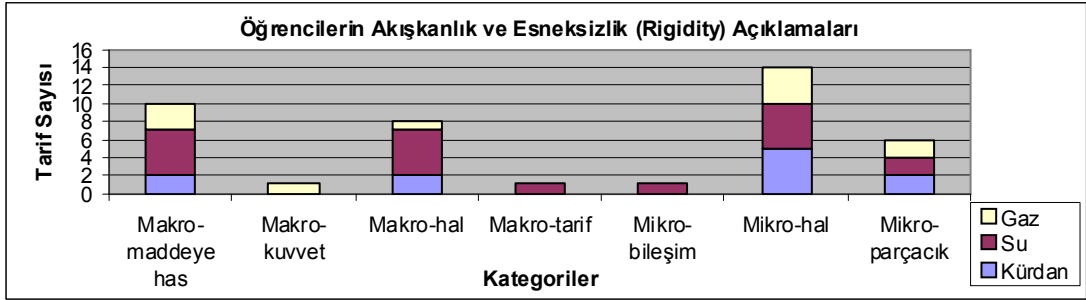
Bakır tel için önceki soruda ve bu soruda verilen öğrenci açıklamaları karşılaştırıldığında, sudaki kadar büyük bir çelişki olmasa da, bakır telin moleküllerden oluştuğunu açıklayan öğrencilerin

çok azı bakır telin bükülmesini mikro düzeyde açıklamıştır. Önceki soruda bakır telin moleküllerden oluştuğunu bilen öğrenciler, bu nedenle bükülebildiğini açıklayamamışlardır. Moleküller arasındaki mesafe bakır tel için hiç söz konusu bile olmamıştır. Öğrencilerin bilgilerinin günlük hayat gözlemlerini açıklamaya yetmediği bu soruda da görülmüştür.

Daha az sıklıkla kullanılan açıklamalar, daha küçük parçacıklardan oluşmasından (makro-parçacık), kuvvet uygulandığından (makro-kuvvet) kaynaklandığı yönünde açıklamalardır. Çok az da olsa öğrencilerden mikro düzeyde açıklamalar çıkmıştır. Bazı öğrenciler maddeler arasındaki bu farklılıkları atom ve moleküllerden oluştuklarından (mikro-bileşim), bu atom ya da moleküllerin katı, sıvı ve gaz halindeki hareketlerinin ve birbirine uzaklıklarının farklı oluşundan (mikro-hal) kaynaklandığını belirtmişlerdir. Sadece dört öğrenci olayı hiç açıklayamamıştır.

3. 3. b. Akışkanlık ve Esneksizlik (Rigidity)

Başka bir soruda öğrencilere, kürdan şeklini korurken suyun neden akabildiği ve balonu açtığımızda gazın neden dışarıya çıkabildiği sorulmuştur. Sonuçlar Şekil 5'te verilmektedir.



Şekil 5. Akışkanlık ve Esneksizlik

Öğrencilerin hem makro düzeyde hem de mikro düzeyde açıklamaları olmuştur. Öğrenciler en çok maddelerin buldukları hali belirterek olayı açıklamaya çalışmışlardır. Fakat, bazı öğrenciler (8 öğrenci) maddenin halinden makro düzeyde bahsetmişlerdir. Örneğin, kürdan katı, su sıvı ve helyum gaz olduğu için bu davranışları sergilediklerini belirtmişlerdir. Bu tür açıklamalar makro-hal olarak kodlanmıştır.

Bazı öğrenciler ise (14 öğrenci) bu olayın maddelerin değişik hallerde olmasından kaynaklandığını açıklamakla (makro-hal) birlikte, maddenin hallerini mikro-düzeyde düşünebildiklerini sergilemişlerdir. Örneğin, moleküllerin katıda birbirine yakın, sıvılarda daha serbest ve gaz da çok serbest oldukları (mikro-hal) için bunları yapabildiklerini belirtmişlerdir. Maddelerin bu farklı davranışlarının kendilerine has özelliklerinden (makro-maddeye has) kaynaklandığı açıklamasına da rastlanmıştır (10 öğrenci). Makro-tarif, makro-kuvvet ve mikro-bileşim açıklamaları nadiren çıkmıştır. Ayrıca, öğrenciler bu olayları açıklamak için genel olarak maddenin tanecikleri arasındaki çekim kuvvetinden de bahsetmişlerdir. Bir öğrenci ise, hiç açıklama getirememiştir.

Bir önceki soruda yani bakır telin bükülmesinin, küp şekerin kırılmasının, suyun başka bir bardağa kolayca ayrılabilmesinin nedenini açıklamaları istendiğinde, daha çok makro düzeyde açıklama gelmiş, mikro düzeyde açıklamalar (atom ve moleküllerden oluşmuş olmaları gibi açıklamalar) sadece mikro-bileşim kategorisinde gelmiştir. Moleküller arasındaki uzaklığı kullanarak getirilen mikro-hal kategorisindeki açıklamalar sadece şeker küpünün kırılmasını açıklarken çok az öğrenci tarafından belirtilmiştir.

Bu soruda ise, kürdanın şeklini korurken suyun neden akabildiğini ve balonu açtığımızda gazın neden dışarı çıkabildiğini açıklamaları istendiğinde önceki sorudan daha çok mikro düzeyde açıklama gelmiş, hatta atom ve moleküller arasındaki uzaklıklar belirtilerek yapılan açıklama (mikro-hal) en çok yapılan açıklama olmuştur.

Maddeler teker teker incelendiğinde ise, en çok ve çeşitli açıklamanın suyun akmasını açıklarken geldiği görülmüştür. Kendine has bir özellik olması ve sıvı olması gibi makro özelliklerin yanında moleküllerin daha serbest olması ve birbirine uzak olması gibi mikro düzeydeki açıklamalar da çoğunluktadır. Maddenin yapısını açıklamaları ve bu soruda su ile ilgili veriler karşılaştırıldığında, suyun yapısını açıklarken moleküllerden oluştuğunu öğrencilerin çoğunun bildikleri, fakat bu soruda

bakır tel bükülürken suyun neden başka bir bardağa ayrılabilirdiği sorulduğunda moleküler düzeyde açıklamaların az çıktığı ve moleküller arasındaki uzaklığın (mikro-hal) hiç söz konusu olmadığı bulunmuştur. Hatta, suyun sıvı olduğu açıklaması bile çıkmamıştır. Bu soruda ise, suyun şeklini korumayıp akması açıklanırken sıvı olması açıklaması gelmiş, hatta sıvı moleküllerinin arasındaki uzaklığın fazla olması da açıklama olarak kullanılmış ve moleküller resmedilerek de mikro düzeyde açıklamalar getirilmiştir.

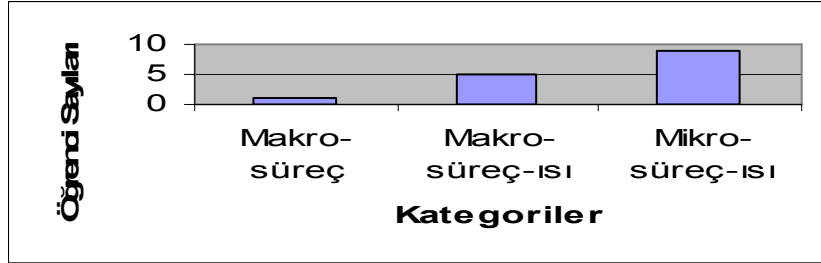
Balonu açtığımızda neden gazın dışarı çıktığı sorulduğunda ise, gazın has bir özellik olmasının yanında ilginç olan, gaz halinde olması (makro-hal) açıklamasından daha çok mikro düzeyde moleküllerin arasındaki uzaklığın fazla olması (mikro-hal) şeklinde açıklanmıştır. Gaz söz konusu olduğunda, öğrenciler makro düzeyden daha çok mikro düzeyde düşünerek moleküllerin arasındaki uzaklığı (mikro-hal) söz konusu ederek açıklama getirmişlerdir.

Kürdan söz konusu olduğunda da gazın benzer şekilde öğrenciler makro düzeyde katı halde (makro-hal) olmasından daha fazla mikro düzeyde moleküllerinin birbirine yakın olmasını açıklama olarak getirmişlerdir.

Son iki sorudaki öğrenci açıklamaları karşılaştırıldığında, önceki soruda bakır telin bükülürken suyun ayrılabilmesi içeriğinden çok bu sorudaki kürdanın şeklini korurken suyun akması içeriğinin öğrencilerin mikro düzeyde düşünmesini sağladığı sonucuna varılmıştır. Bunun nedeni de bu sorudaki özelliklerin katı, sıvı ve gaz hallerini öğretirken bu hallerin en tipik özellikleri olarak öğretilmeleri olabilir. Maddenin hallerinin özellikleri öğretilirken, kırılma, bükülme ve ayrılma içerikleri pek kullanılmamaktadır.

3. 4. Hal Değişimi

Bu bölümde öğrencilere buz gösterilerek, nasıl oluştuğu sorulmuştur. Derinleştirici sorularla öğrencilerin erime olayı hakkındaki düşünceleri yoklanmış ve sonuçlar Şekil 6'da sunulmuştur.



Şekil 6. Hal Değişimi

Makro-süreç kategorisine kodlanan öğrenci açıklamaları gözledikleri buzun erimesini genelde "sıvı halden katı hale geçiyor" ya da "buz su oluyor" gibi makro düzeyde erime sürecini anlatan açıklamalardır. Bu tür makro düzeydeki açıklamaların bazılarında ısının etkisi belirtilmiştir ve bu tür açıklamalar makro-süreç-ısı kategorisine kodlanmıştır. Mikro-süreç açıklamalarının tamamında ısı etkisi belirtilmiş ve hal değişimi moleküller çizilerek moleküllerin hareketinin ısı etkisi ile değişmesiyle açıklanmıştır ve bu nedenle mikro-süreç-ısı kategorisine kodlanmıştır.

Dokuz öğrenci (Erkan, Can, Eda, Ayşegül, Murat, Sibel, Elif, Sema, Özgür) erime olayını mikro düzeyde yani molekül ve atomlara ve bunların arasındaki mesafeye dayanarak açıklamış ve ısının etkisini de belirtmiştir (mikro-süreç-ısı). Beş öğrenci (Sevil, Fatih, Mustafa, Nilay, Seda) ise, erime olayını makro düzeyde açıklamış (*katıdan sıvıya geçiyor gibi*) ve ısının etkisini (makro-süreç-ısı) belirtmiştir. Sadece bir öğrenci (Esra) erime olayını tamamen makro düzeyde açıklamış ve ısının etkisini de hiç belirtmemiştir (Makro-süreç). Cevaplar arasında en fazla mikro-süreç-ısı kategorisi yer almaktadır; yani öğrenciler atom ve tanecik düzeyinde açıklamalar yapmışlardır ve ısının etkisini de vurgulamışlardır.

Bu bulgular öğrencilerin hal değişimini açıklarken makro düzeyden çok mikro düzeyde düşünebildiklerini ve ısının moleküllerin hareketi üzerindeki etkisiyle hal değişiminin olduğunu bildiklerini göstermiştir. Fakat, bunların okullarımızda aynen öğretildiğini ve buz ve suyun en çok verilen örnek olduğunu bu iyi tabloyu yorumlarken unutmamamız gerekir.

Öğrencilerin hal değişimini açıklamaları maddelerin yapısını açıklarken getirdikleri açıklamalarla karşılaştırılırsa, buzun donması ve erimesine mikro düzeyde ve ısının da etkisini açıklayan öğrencilerin üçü (Erkan, Eda ve Özgür) tüm maddelere mikro düzeyde atom ve moleküllerden oluştuğunu belirtmiştir. Maddelerin atom ve moleküllerden oluştuğunu bilmeleri hal değişimini de mikro düzeyde açıklamalarını desteklemiş olabilir. Can, Murat, Elif ve Sema maddelerin yapısını açıklarken makro-sürekli, makro-parçacık ve mikro-parçacık düzeyinde açıklamalar getirmişlerdir. Sibel makro ve mikro parçacık düzeyinde maddeleri tarif ederken, Ayşegül makro-sürekli ve mikro-parçacık düzeyinde tarif etmiştir.

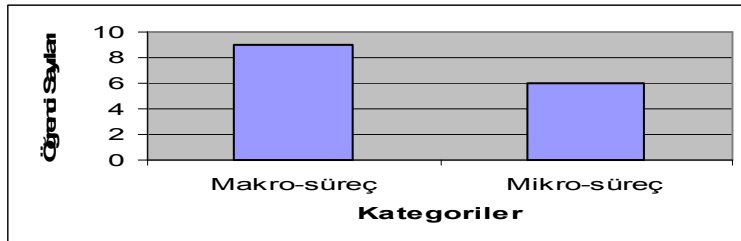
Erime olayını makro düzeyde açıklayan ve ısı etkisini belirten beş öğrenciden (Sevil, Fatih, Mustafa, Nilay ve Seda) üçü (Fatih, Mustafa ve Nilay) maddelerin yapısını açıklarken daha çok makro-sürekli ve az da olsa makro-parçacık düzeyinde açıklamalar getirmiştir. Yani maddenin daha küçük parçacıklardan oluştuğunu belirtmişler, fakat hiçbir maddede atom ve moleküllerden oluştuğunu belirtmemişlerdir. Bu durumda, hal değişimini de makro düzeyde açıklamaları sürpriz olmamaktadır. Sevil maddelerin parçacıklı yapısını belirtmiş, bazı maddelerde atom ve moleküllerden oluştuğunu da ifade etmiştir. Hal değişiminde mikro düzeye inmemesi ilginçtir. Seda ise çoğu maddeyi makro-sürekli yani bir bütün olarak tarif etmiş, çok az maddeyi mikro düzeyde tarif etmiştir. Bu durumda hal değişimini makro düzeyde açıklaması doğaldır.

Isı etkisini belirtmeden hal değişimini sadece buzun eriyip suya dönüşmesi olarak açıklayan Esra maddelerin yapısını açıklarken Can ile aynı profili sergilemiş ve maddeleri üç kategoride tarif etmiştir. Yani, bazı maddeleri bir bütün olarak tarif ederken bazılarını daha küçük parçacıklardan oluştuklarını hatta bazı maddelerin atom ve moleküllerden oluştuğunu belirtmiştir. Hal değişimini açıklamakta Esra kendinden beklenmeyecek bir performans göstermiştir.

Bunlara ek olarak, öğrencilerin maddelerin yapısını açıklamaları ve hal değişimini açıklamaları karşılaştırıldığında bize öğrencilerin maddelerin yapısını makro ve mikro düzeyde algılamalarının, onunla ilgili başka bir kavram olan hal değişimini algılamalarını etkilediğini göstermektedir. Bu durumda maddeleri detaylı inceleyerek ve tarif ettirerek hal değişimi gibi kavramların öğrenilmesi daha iyi desteklenebilir.

3. 5. Çözünme

Önce bir kâğıdın üzerine tuz konulmuştur. Daha sonra suyun içine tuz konularak karıştırılmış ve tuza ne olduğu sorulmuştur. Şekil 7’de sunulan veriler elde edilmiştir.



Şekil 7. Çözünme

Öğrencilerin cevapları iki kategoride kodlanmıştır; dokuz öğrenci (Erkan, Sevil, Can, Fatih, Mustafa, Sema, Esra, Nilay, Seda) “tuz suya karıştı”, “tuz suyun içinde çözüldü” şeklinde açıklamalar yapmışlardır ve makro-süreç kategorisine kodlanmıştır. Altı öğrenci (Eda, Ayşegül, Murat, Sibel, Elif, Özgür) “tuz atomları, su atomlarıyla iyice karıştı”, “tuz hala orada ama suyun içinde çözüldüğü için sanki molekülleri suyun içine dağılmış gibi” şeklinde açıklamalar yapmışlardır ve mikro-süreç kategorisine kodlanmıştır. En fazla açıklama makro-süreç kategorisinde yapılmıştır.

Önceki bölümde hal değişimi konusunda yapıldığı gibi öğrencilerin çözünmeyi açıklamaları ilk soruda maddeyi tarif ederkenki açıklamalarıyla karşılaştırıldığında ilginç sonuçlar çıkmaktadır. Çözünmeyi mikro düzeyde açıklayan altı öğrenciden ikisi (Eda ve Özgür) maddelerin yapısını açıklarken de tüm maddelerin atom ve moleküllerden oluştuklarını belirtmiştir. Aynı profilde olan diğer öğrenci (Erkan) maddelerin yapısını açıklarken maddeleri hep mikro düzeyde tarif etmiş ve hal değişimini de Eda ve Özgür gibi mikro düzeyde açıklamıştır. Fakat bu soruda çözünmeyi makro düzeyde açıklamıştır. Beklenmedik biçimde, Elif ve Murat maddelerin yapısını açıklarken aynı sayıda

makro-sürekli, makro-parçacık ve mikro-parçacık kategorilerine alınan özellik belirtmiş ve hal değişimine mikro düzeyde açıklama getirmişlerdir. Bu soruda da hal değişimi ile uyumlu bir şekilde çözünme olayını da mikro düzeyde açıklamışlardır. Eda ve Özgür gibi Elif ve Murat da üç soruda aynı profillerini korumuşlardır. Bu sonuç, sözkonusu öğrencilerin maddenin tanecikli veya moleküler yapısını iyice özümseyerek onunla ilgili hal değişimi ve çözünme kavramlarını da tutarlı bir şekilde moleküler düzeyde anlamış olduklarını göstermektedir.

Sibel ise, maddelerin yapısını açıklarken hiçbir maddenin bir bütün olduğunu (makro-sürekli) belirtmemiş, maddelerin küçük parçacıklardan oluştuğunu belirtmiş, daha çok maddede ise atom ve moleküllerden oluştuğunu belirtmiştir. Yani, Sibel her maddede molekül düzeyine inemese bile, maddenin tanecikli yapısını tutarlı bir şekilde tüm maddeler için genellediğini ortaya koymuştur. Hal değişimini açıklarken mikro düzeyde açıklama getirmiş ve ısı etkisini de açıklayabilmiştir. Bu durumda, çözünme olayını da mikro düzeyde açıklayabilmesi beklenmedik bir durum değildir.

Çözünmeyi mikro düzeyde açıklayan altıncı öğrenci Ayşegül ise, maddelerin yapısını açıklarken bazı maddeleri bir bütün (makro-sürekli) olarak açıklarken çoğu maddenin atom ve moleküllerden oluştuğunu belirtmiştir. Maddenin daha küçük parçacık ve taneciklerden oluştuğu gibi (makro-parçacık) açıklamalar Ayşegül'den hiç gelmemiştir. Ayşegül ya makro-sürekli ya da mikro-parçacık düzeyinde düşünmüştür. Mikro düzeydeki açıklamaları da makro düzeydeki açıklamalardan daha fazladır. Buzun erimesine de Ayşegül mikro düzeyde açıklama getirmiş ve ısı etkisini de belirtmiştir. Bu soruda çözünmeyi de mikro düzeyde açıklaması Ayşegül'ün kavramsal yapısındaki tutarlılığı göstermektedir.

Çözünmeye makro düzeyde açıklama getiren dokuz öğrenciden üçü (Fatih, Mustafa ve Nilay) maddelerin yapısına ya makro-sürekli ya da parçacık düzeyinde açıklamalar getirmemişler ve hiçbir maddenin atom ve moleküllerden oluştuğunu belirtmemişlerdir. Hal değişimine de makro düzeyde açıklama getirmişlerdir. Bu durumda, bu soruda çözünme olayında da makro düzeyde kalmaları, mikro düzeye hiç inemediklerini göstermektedir.

Bu grupta yeralan Erkan birkaç paragraf önce açıklandığı gibi maddelerin yapısını açıklarken hep mikro düzeyde tarif getirirken ve hal değişimini mikro düzeyde açıklarken, bu soruda çözünmeyi açıklarken makro düzeyde kalmıştır. Bu ilginç bir durumdur.

Çözünmeye makro düzeyde açıklama getiren üç öğrencinin (Can, Sema ve Esra) maddelerin yapısını açıklarken maddeleri her üç kategorideki özelliklerle tarif ettikleri ve özellikle Can ve Esra'nın sayılarının eşit olduğu gözlenmektedir. Can ve Sema'nın buzun erimesine mikro düzeyde açıklama getirdikleri görülmüştür. Bu soruda ise, çözünmeye makro düzeyde açıklama getirmişlerdir. Esra hal değişimine makro düzeyde açıklama getiren tek öğrenci olmuştur.

Çözünmeye makro düzeyde açıklama getiren son iki öğrenciden (Seda ve Sevil) Seda maddelerin çoğuna maddelerin bir bütün olduğu yönünde açıklama getirmiş ve buzun erimesine makro düzeyde açıklama getirmiştir. Bu durumda, Seda tutarlı bir şekilde madde kavramını makro düzeyde düşünmüştür.

Sevil ise, maddelerin daha küçük parçacıklardan ya da bazı maddelerin atom ve moleküllerden oluştuklarını belirtmiş ve Seda gibi buzun erimesine makro düzeyde açıklamıştır. Buzun erimesi ile uyumlu bir şekilde çözünmeyi de makro düzeyde açıklamıştır. Sevil maddenin tanecikli yapısını anlamakla birlikte, günlük olayları bilgisini transfer ederek mikro düzeyde açıklayamamıştır.

4. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmanın ana amacı, İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinden seçilen 15 öğrencinin maddenin yapısı, hal değişimi ve çözünme kavramlarını algılama şekillerinin detaylı olarak araştırılmasıdır. Görüşme yoluyla elde edilen verilerin içerik analizi sonucunda çalışmaya katılan öğrencilerin maddelerin daha küçük taneciklerden oluştuğunu ya da atom ve moleküllerden oluştuklarını bilmelerinin hal değişimi ve çözünme kavramlarını anlama düzeyini etkilediğini göstermiştir. Maddeleri tarif ederken ya da yapısını açıklarken makro düzeyde özelliklere yoğunlaşan ve maddeyi bir bütün olarak kabul eden öğrenciler hal değişimini ve çözünmeyi de makro düzeyde açıklamışlardır. Diğer yandan, maddelerin atom ve moleküllerden oluştuğunu anlayarak maddeyi mikro-düzeyde algılayan öğrencilerin hal değişimi ve çözünme kavramlarını mikro düzeyde algıladıkları görülmüştür.

Bu bulgulara dayanarak, maddelerin tanecikli yapısını öğretirken, öğrencilerin değişik maddeleri detaylı incelemeleri ve bu maddelerin özellikleri ile yapısı arasındaki ilişkileri sorgulamaları önerilir. Böylece, maddenin moleküler yapısını anlayarak, bunun o maddenin özelliklerini belirlediği sonucuna ulaşılabilir. Daha sonra, önceden kabaca öğrendikleri hal değişimi ve çözünme kavramlarını da molekül düzeyinde anlayabilirler ve açıklayabilirler.

Bu çalışmanın bulgularından elde edilen diğer önemli bir nokta öğrencilerin öğrendikleri içerikte daha rahat düşündükleri, fakat öğrendiklerinden farklı içeriklere transfer etmede zorlandıklarıdır. Akışkanlığı, yani suyun şeklini koruyamayarak akmasının ve kürdanın ise şeklini korumasının nedenini açıklarken daha çok öğrenci mikro düzeyde düşünebilmiştir. Fakat, metal bükülürken suyun ayrılabilmesini açıklamaları istendiğinde daha az öğrenci mikro düzeyde düşünebilmiş ve böylece bu özelliklerin maddelerin atom ve moleküllerin oluşturduğu yapıdan kaynaklandığını açıklamakta çoğu öğrenci zorlanmıştır. Buna dayanarak, maddenin moleküler yapısını ve bu yapının maddelerin özelliklerini belirlediğini anlamaları için bu kavramlar öğretilirken daha zengin içerikte öğretilmesi yararlı olabilir. Okullarımızda katı, sıvı ve gaz halinin özellikleri öğretilirken sıvıların şeklini koruyamadığı genelde su gösterilerek öğretilir. Katıların şeklini koruduğu örneklerle gösterilir. Bu nedenle, öğrenciler bunlar sorgulandığında daha mikro düzeyde açıklamalar getirebilmişlerdir. Fakat içerik, okullarımızda pek kullanılmayan metal tel bükülürken suyun ayrılabilmesine geldiğinde daha az öğrenci mikro düzeyde düşünmüştür. Bu durumda, madde kavramının daha zengin içerikte öğretilmesi, onların madde kavramını ve moleküler yapısının maddenin özelliklerini belirlediğini daha iyi anlayabilmelerini sağlayabilir.

Bu çalışmanın bir diğer amacı bu araştırmada toplanan verilerle Nakhleh ve diğerlerinin (2006) araştırması kapsamında İzmir'den toplanan verileri ve Nakhleh ve diğerlerinin (2005) araştırmasında Amerika'dan toplanan verilerle karşılaştırmaktır.

Maddenin ilk tanesi ile ilgili veriler karşılaştırıldığında; Amerika'daki öğrencilerin sadece bir tanesi maddeler arasından suyu açıklarken mikro seviyede açıklama yapmış ve H₂O molekülünden bahsetmiştir. İzmir'deki 16 öğrencinin dördü mikro seviyede açıklama yapmıştır. Bolu'daki öğrencilerin ise tamamı makro seviyede açıklama yaptıktan sonra, altı öğrenci açıklamalarını mikro seviyede sürdürmüştür. İzmir'deki öğrencilerin en fazla mikroskobik özelliklerinden bahsettikleri madde metal olmuştur. Bolu'daki öğrenciler en fazla şeker küpünü ve suyu mikroskobik özellikleriyle açıklamışlardır.

Maddenin yapısı ile ilgili soruda; Amerika, İzmir ve Bolu'daki bütün öğrencilerin cevapları, makro-sürekli, makro-parçacık ve mikro-parçacık kategorilerine kodlanmıştır. Amerika çalışmasındaki altı öğrenci bazı maddeleri mikroskobik özellikleriyle açıklamışlardır ama bütün maddeleri mikroskobik özellikleriyle açıklayan öğrenci olmamıştır. İzmir'deki çalışmada yedi öğrenci mikro seviyede açıklama yapmış, bu öğrencilerden üçü bütün maddeleri mikro seviyede açıklamıştır. Bolu'daki 12 öğrenci mikro seviyede açıklamalar yapmış ve bu öğrencilerden üçü bütün maddeleri mikro seviyede açıklamıştır. Amerika'daki öğrencilerde çıkan makro-tarif kategorisi araştırmamızda çıkmamıştır. Sonuçlar İzmir çalışması ile uyumlu çıkmış ve bu iki çalışmada da daha çok Türk öğrenci her maddeyi mikro düzeyde açıklamıştır. Bunun nedeni, atom ve molekül kavramlarının bizde daha önce öğretilmesinden kaynaklanıyor olabilir. Amerika çalışmasındaki öğrencilerde dikkat çeken nokta ise açıklamalarının çeşitliliğidir.

Akışkanlık ve kırılma (bakır tel, şeker, su) sorusunu açıklarken, Amerika'daki öğrenciler genel olarak makro seviyede açıklamışlar, mikro seviyede sadece iki tarif (mikro-parçacık) çıkmıştır. İzmir'deki öğrencilerin ise tamamı makro seviyede açıklama yapmışlardır. Bolu'dan toplanan verilerde ise, mikro-bileşim ve mikro-hal kategorilerinde altı tarif bulunmaktadır. Bolu'daki öğrencilerin hem kategori çeşitliliği hem de tanım fazlalığı Amerika ve İzmir'deki öğrencilerden fazladır.

Akışkanlık ve esneklik (kürdan, gaz, su) sorusuna ise hem Amerika'daki öğrenciler hem de Bolu'daki öğrenciler aynı kategorilerde (mikro-parçacık, mikro-hal, mikro-bileşim) açıklamalar getirmişlerdir. İzmir'deki öğrenciler ise yine sadece makro seviyede açıklamalar yapmıştır.

Hal değişimi ve çözünme ile ilgili sorulara verilen cevapları karşılaştırsak; hal değişimi sorusunu İzmir'deki öğrenciler iki kategoride (mikro-süreç, makro-süreç-ısı) açıklarken, Amerika'daki

öğrenciler dört kategoride (mikro-süreç, mikro-süreç-ısı, makro-süreç, makro-süreç-ısı) açıklama getirmiştir. Bolu'daki öğrenciler ise üç kategoride (mikro-süreç-ısı, makro-süreç, makro-süreç-ısı) açıklamışlardır. Amerika'daki öğrencilerin tarifleri daha fazla kategoride yer almasına rağmen Bolu'daki öğrenciler daha fazla mikro seviyede tarif yapmışlardır.

Çözünme olayını ise bütün öğrenciler iki kategoride (makro-süreç ve mikro-süreç) açıklamışlardır. En fazla mikro seviyede açıklamayı Bolu'daki öğrenciler yapmıştır.

Üç çalışmanın sonuçlarında göze çarpan ana nokta Amerikalı öğrencilerin açıklamalarındaki çeşitliliğin daha fazla olması, Bolu ve İzmir çalışmasına katılan Türk öğrencilerde ise mikro düzeyde açıklamaların fazla olmasıdır. Bolu ve İzmir çalışmasında yeralan öğrencilerden Amerika çalışmasında yeralan öğrencilere göre daha fazla mikro seviyede açıklama çıkmasına rağmen birbirine benzer açıklamalar olmaktadır. Bunun nedeni, Amerika'daki öğrencilerin daha rahat ve yaratıcı düşünebilmeleri ya da düşündüklerini daha rahat ifade etmeleri olabilir.

Sonuç olarak, öğrencilerin maddenin yapısını algılama düzeyleri akışkanlık, kırılganlık, hal değişimi ve çözünme gibi kavramların anlaşılmasını etkilemektedir. Kavramlar öğretilirken kavramlar arası ilişkilerin sorgulanması ve araştırılması özel bir önem taşımaktadır. Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak maddenin yapısı öğretilirken daha zengin örneklerle öğretilmesi ve maddenin değişik özelliklerini etkilediğinin bu çalışmadakine benzer örneklerle sorgulanması önerilir.

KAYNAKLAR

- Çalık, M. ve Ayaş, A. (2005) A Comparison of Level of Understanding of Eight-Grade Students and Science Student Teachers Related to Selected Chemistry Concepts, *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (6), 638-667.
- Demircioğlu, H.; Demircioğlu, G. ve Ayaş, A. (2004) Sınıf Öğretmen Adaylarının Bazı Kimya Kavramlarını Anlama Düzeylerinin Klinik Mülakatlarla Tespiti, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 53-56.
- Nakhleh, M. (1992) Why Some Students Don't Learn Chemistry: Chemical Misconceptions, *J. Chemical Education*, 69 (3), 191-196.
- Nakhleh, M. & Samarapungavan; A. (1999) Elementary School Students' Beliefs about Matter, *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (7), 772-805.
- Nakhleh, M.; Samarapungavan; A. & Sağlam, Y. (2005) Middle School Students' Beliefs about Matter, *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (5), 581-612.
- Nakhleh, M; Samarapungavan, A.; Sağlam, Y & Duru, E. (2006) *A Cross-cultural Study: Middle School Students' Beliefs about Matter*, National Association for Research in Science Teaching Conference, San Francisco, U. S.

Extended Abstract

Students' conceptions of matter was searched at different contexts (Au, Sidle, Rollins, 1993; Rosen & Rozin, 1993; Nakhleh & Samarapungavan, 1999; Çalık ve Ayaş, 2005; Demircioğlu, Demircioğlu ve Ayaş, 2004), because it affects students' understanding of many concepts related to matter such as states of matter, phase change, dissolution, pressure, chemical reactions and chemical equilibrium (Nakhleh, 1992).

In this study, children's conception of matter was studied to understand how they conceptualize matter, its composition, its properties, and melting and solution concepts. Fifteen eighth graders participated to the study. Semi-structured clinical interviews were conducted. Interviews were transcribed and content analysis technique was applied in the analysis of the data. Coding scheme given in Nakhleh ve Samarapungavan's (1999) study was used. Two researchers coded the data independently and compared their codes and negotiated. Then, frequency of each code was determined and graphed.

Students first described the matter such as copper wire, wooden tooth-stick, water and helium-filled balloon. They mostly stated macro properties such as color, taste, shape, e.t.c. But, when they were questioned about the composition of the matter, most of them stated that the matter is composed

of small particles (coded as macro-particulate) or atoms and molecules (coded as micro-particulate). Only three students stated for each of the matter that it is a whole and coded as macro-continuous. When the codes were classified according to the matter, it was found that most of the micro-particulate descriptions (consisting of atoms and molecule) were raised for water. Most of the macro-particulate descriptions stated for sugar cube. Copper wire and tooth-stick were mostly thought to be one whole part. In case of gas, some of the students thought that it is a whole, but some others thought that the gas consisted of atoms and molecules.

Then, the students were asked why a sugar cube was broken while copper wire was bended and the water was separated easily to another glass. Most of the students' explanations were at macro level. Students mostly explained bending the copper wire as being intrinsic properties of metals. Most of the explanations for water were about its composition. Students' explanations of the breaking the sugar cube were varied most, but "being a solid" and "having small particles in it" were the most frequently stated ones.

After that, they were asked the reason for the tooth-stick stay as it is while the water flows and gas comes out of the balloon. Most of the students explained this observation by their state (being solid, liquid and gas) (macro-state) and distance between their atoms or molecules at these states (micro-state). Micro level explanations were more than the previous question.

The next question was about melting ice. The students were asked to explain what was happening while ice was melting. Nine students explained the melting process by means of the rise of the distance between atoms and molecules because of heat. Five of them explained melting at the macro level stating that ice was becoming water because of heat. Only one student explained the melting process at the macro level and does not indicate the effect of heat.

Lastly, the interviewer dissolved some salt in water and asked the interviewee to explain what was happening. None of the students indicated the effect of heat in dissolution process. Nine students explained dissolution process at the macro-level and five of them at micro-level. Micro-level explanations were about salt molecules distributing among the water molecules.

Results of the study showed that the students were mostly at micro level while they were describing the matter. Most of them could provide micro-level explanations while explaining the melting process. But most of them were proposed macro-level explanations for the dissolution process. Most of them were at micro-level while explaining the fluidity of water and distribution of gas while tooth-stick conserving its shape. But, these examples were usually given by elementary science teachers while they were teaching the states of matter.

When the results of this study were compared to Nakhleh, Samarapungavan ve Sağlam (2005) and Nakhleh, Samarapungavan, Sağlam, ve Duru (2006) study, it could be said that the students participating this study and Izmir study proposed more micro-level questions at most of the questions than the American students participated to Nakhleh et al. (2005) study. On the other hand, American students' explanations were varied more than the explanations of Turkish students in both studies.