

Üstün yetenekli öğrencilerin zihinsel modelleri: maddenin tanecikli yapısı¹

Hülya DEMİRCİOĞLU²
Selma VURAL³
Gökhan DEMİRCİOĞLU⁴

Özet

Mevcut literatür incelendiğinde, öğrencilerin fen sınıflarına ön bilgilerle geldikleri ve temel fen kavramlarını öğrenmede bazı zorluklar yaşadıkları anlaşılmaktadır. Eğitimin etkili bir şekilde planlanması ve düzenlenmesi için ön bilgilerin belirlenmesi oldukça önemlidir. Ön bilgileri tespit etmenin bir yolu, öğrencilerin zihinsel modellerinden yararlanmaktır. Bu araştırmanın amacı, üstün yetenekli öğrencilerin hal değişimi, maddedeki değişim ve çözünme sırasında maddenin tanecikli yapısı ile ilgili sahip oldukları düşünceleri ve zihinsel modelleri belirlemektir. Çalışmanın yöntemi, aksiyon araştırması olarak belirlenmiştir. Çalışmaya, Ordu Bilim Sanat Merkezi'nde öğrenim gören toplam 16 üstün yetenekli öğrenci gönüllü olarak katılmıştır. Veri toplama aracı olarak, açık uçlu 7 sorudan oluşan Kavram Testi kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre öğrencilerin konu ile ilgili bazı alternatif kavramlara ve eksik öğrenmelere sahip oldukları sonucuna varılmıştır. Öğretmenler öğrencilerinin zihinsel modellerini dikkate alarak, öğrencilerin anlama zorluklarını belirleyebilir ve daha iyi öğrenme ortamları tasarlayabilirler. Bu yüzden, öğretmenlere model kullanımı ve modelleme ile ilgili hizmet içi eğitim verilmesi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Üstün yetenekli öğrenci, zihinsel modeller, maddenin tanecikli yapısı, kimya

Gifted students' mental models: the particulate nature of matter

Abstract

When existing literature is examined, it was understood that students came to science classes with preconceptions and had difficulty in learning basic science concepts. It was extremely important to determine students' prior knowledge in order to effectively plan

- 1 Bu çalışma, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi 21. Eğitim Bilimleri Kongresi'nde (12-14 Eylül 2012) sözlü bildiri olarak sunulmuştur.
- 2 Yrd.Doç.Dr., KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi, OFMAE Bölümü Kimya Eğitimi, hulyadem76@hotmail.com
- 3 Uzm, Ordu Bilim ve Sanat Merkezi, selmavural55@hotmail.com
- 4 Yrd.Doç.Dr., KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi, OFMAE Bölümü Kimya Eğitimi, gdemir@ktu.edu.tr

and design education. One way to determine students' preconceptions is to make use of their mental models. The purpose of the present study was to determine gifted students' thoughts and mental models about the particulate nature of matter during change of state, change in matter, and dissolving. The method of the present study was determined as the action research. 16 gifted students, enrolled at Ordu Science and Art Center, voluntarily participated in the study. A Concept Test consisting of 7 open-ended questions was used as a data collection tool. The results indicated that the students had not sufficient understanding and held a number of alternative concepts about the topic under investigation. Teachers may identify students' difficulties and design a better learning environment by taking into consideration students' mental models. Therefore, it was suggested that the teachers should be given in-service training concerning the use of models and modeling.

Keywords: Gifted students, mental models, particulate nature of matter, chemistry

Giriş

Öğrencilerin sahip oldukları ön bilgilerin, anlamlı ve doğru öğrenmedeki rolü göz ardı edilemez. Yapılan araştırmalar, öğrencilerin sınıfa belli bir ön bilgi ile geldiklerini ve öğrenmede bazı zorluklar yaşadıklarını ortaya çıkarmıştır (Coştu ve diğerleri, 2009; Osborne ve Cosgrove, 1983). Etkili bir öğretim için ön bilgilerin belirlenmesinin önemli olduğu konusunda yapılmış pek çok çalışma bulunmaktadır (Çalık ve Ayas, 2007; Dole, 2000; Hewson ve Hewson, 2003; Özmen ve Ayas, 2003; Read, 2004; Vosniadou, 2007).

Maddenin tanecikli yapısı konusu; ısıtma ve soğutma sonucu meydana gelen hal değişimleri (Osborne ve Cosgrove, 1983; De Vos ve Verdonk, 1996; Gabel, Samuel ve Hunn, 1987), difüzyon, çözünme olayı (De Vos ve Verdonk, 1996; Haidar ve Abraham, 1991), basınç, hacim ve sıcaklığın gazlar üzerine etkisi, kimyasal reaksiyonlar, denge (Nakhleh, 1992), ısı, ısı transferi ve elektrik akımı (De Vos ve Verdonk, 1996) kavramlarının anlaşılmasında önemli bir yer tutmaktadır. Maddenin tanecikli yapısı ile ilgili olarak öğrencilerin alternatif kavramlarını tespit etmeye yönelik kapsamlı araştırmalar yapılmıştır (Adbo ve Taber, 2009; Ayas, Özmen ve Çalık, 2010; De Jong, Van Driel ve Verloop, 2005; Harrison ve Treagust, 2002; Löfgren ve Hellden, 2008; Özmen, Ayas ve Coştu, 2002; Özmen ve Kenan, 2007; Rahayu ve Kita, 2010; Valanides, 2000; Tsai, 1999). Ancak bu konuda üstün yetenekli öğrencilere yönelik yeterli düzeyde çalışma bulunmamaktadır.

Modeller, karmaşık görünen olayların insanlar tarafından anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır (Paton, 1996). Fen bilimlerinde özellikle soyut kavramların öğretiminde modeller kullanılmaktadır. Harrison (1998), Harrison ve Treagust (2000) bu modelleri; ölçek modelleri, eğitsel analogik modeller, ikonik ve sembolik modeller, matematiksel modeller, haritalar, diyagramlar ve tablolar, teorik modeller, simülasyonlar, kavram-süreç modelleme, çoklu açıklayıcı modeller, zihinsel modeller ve tarihsel modeller olarak sınıflandırmış ve aktarmıştır. Modelleme, bilimsel düşünebilmenin özüdür ve modeller hem fen bilimlerinin bir ürünü hem de fen bilimlerinin bir metodudur. Ancak, öğrenciler fen bilimleri derslerindeki modelleri genellikle gerçek yaşamdaki nesnelere simgeleyen minyatürler veya oyuncaklar olarak düşünürler (Harrison, 1998). Bu sebeple, öğretim sırasında kullanılan modelin gerçeğiyle benzer ve farklı yönlerine vurgu yapılması önerilmektedir.

Ön bilgileri belirlemek için öğrencilerin zihinsel modellerinden yararlanılabileceği ile ilgili yapılmış çalışmalar mevcuttur (Çökelez, 2009; İyibil ve Sağlam Arslan, 2010; Kurnaz ve Değermenci, 2012). Öğrencilerin yaptıkları çizimlerden zihinlerinde oluşturdukları modelleri keşfetmek mümkündür. Bu türden araştırmalarla üstün yetenekli öğrencilerin zihinlerinde oluşan modeller ortaya çıkarılırken, öğrencilerin yaratıcı fikirleri ve farklı düşünce yapıları da keşfedilebilir. Araştırma bu yönü ile önemlidir ve bu alanda eksiklikler göze çarpmaktadır.

Öğrencilerin kavramları anlamlandırılmaları ve yapılandırılmalarındaki önemli etkenlerden biri “zekâ kapasiteleri ve yorum güçleri”dir. Genel olarak; üstün yetenekli öğrenci, yaşlarına göre daha hızlı öğrenen, sınıf arkadaşlarının istediği veya ihtiyaç duyduğundan daha derin ve geniş ilgi alanlarına sahip, karmaşıklıktan hoşlanan, soyut fikirleri anlayan, kendisinin seçtiği konuda veya ilgi alanlarında bağımsız çalışmayı seven çocuklar olarak tanımlanmaktadır (MEB, 1991). Renzulli (1986), üstün yetenekliliği; “zihinsel yaratıcılık, özel akademik ve liderlik alanlarında ve görsel sanatlarda normal okul şartlarında sunulamayan özel hizmet ve imkânları gerektirecek düzeyde ileri performans kapasitesi gösterme” olarak tanımlamaktadır (akt. Taşdemir, 2003).

Akarsu (2001)'ya göre terazinin bir kefesine genel eğitimi, diğer kefesine de toplumu her sahada ileriye götüreceği ve %2'sini oluşturan üstün yetenekli insanları koyabiliriz. Üstün yeteneklilerin kendilerine uygun özel bir eğitime ihtiyaçları vardır. Bu ihtiyaçlarını karşılayabilmek için küçük yaşlardan itibaren doğru tespit edilmeleri, yeteneklerinin özel yöntemlerle geliştirilmesi ve yönlendirilmeleri gerekmektedir. Eğer üstün yeteneklilerin eğitim ihtiyaçları karşılanmazsa; bu bireylerin aileleri, arkadaşları, öğretmenleri ve doğal çevreleriyle sorun yaşamaları kaçınılmazdır. Bu durum zaten pek çok konuda sorun yaşayan üstün yeteneklilerin, uygun eğitim alamadıkları için bir de eğitim sorunu yaşamalarına sebep olmaktadır. Bu alanda yapılan çalışmaların üstün yeteneklilerin eğitim ve öğretim ihtiyaçlarının karşılanmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, artık ülkemizde üstün yeteneklilerin eğitiminin dikkate değer bulunduğu ve önemsendiğinin göstergesi olmuştur (I. Üstün Yetenekliler Kongresi, İstanbul, 2004; II. Üstün Yetenekliler Kongresi, Eskişehir, 2009; III. Üstün Yetenekliler Kongresi, Ankara, 2012). Bu çalışma üstün yetenekli öğrencilerin eğitime dönük olması yönü ile önemli görülebilir.

Bu çalışma, üstün yetenekli öğrencilerin hal değişimi, maddedeki değişim ve çözünme sırasında maddenin tanecikli yapısı ile ilgili sahip oldukları düşünceleri ve zihinsel modelleri ortaya çıkarmak amacı ile yapılmıştır. Bu amaç çerçevesinde aşağıdaki araştırma soruları incelenmiştir:

· Üstün yetenekli öğrencilerin, hal değişimi sırasında maddenin tanecikli yapısı ile ilgili düşünceleri ve zihinsel modelleri nelerdir?

· Üstün yetenekli öğrencilerin, maddedeki değişim sırasında maddenin tanecikli yapısı ile ilgili düşünceleri ve zihinsel modelleri nelerdir?

· Üstün yetenekli öğrencilerin, çözünme sırasında maddenin tanecikli yapısı ile ilgili düşünceleri ve zihinsel modelleri nelerdir?

· 7. ve 8. sınıf düzeyinde olan üstün yetenekli öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı ile ilgili sahip oldukları düşünceleri ve zihinsel modelleri arasında bir farklılık var mıdır?

Yöntem

Çalışmada aksiyon araştırması yöntemi kullanılmıştır. Bu araştırma yöntemi, uygulamadaki öğretmenin belli bir sınıfta öğrencileri ile yaşadığı bir sorunu fark etmesi, sorunun çözümüne yönelik bilimsel bir yol izlemesi ve bir sonuca varması, elde ettiği sonuçları meslektaşlarıyla paylaşması şeklinde bir süreç olarak tanımlanabilir (Cohen ve diğerleri, 2000; Küçük, 2002; Tekin ve diğerleri, 2004; Çepni, 2009). Aksiyon araştırması, öğretmenlerin kendi uygulamaları hakkında daha derinlemesine bir görüş ve anlayış kazanmalarına katkı sağlamaktadır (Çepni, 2009).

Örneklem

Çalışmanın örneklemini Ordu Bilim Sanat Merkezi'nde öğrenim gören yedinci sınıf düzeyinde 7 (3 erkek ve 4 kız) ve sekizinci sınıf düzeyinde 9 (4 erkek ve 5 kız) olmak üzere toplam 16 üstün yetenekli öğrenci oluşturmaktadır. Öğrenciler çalışmaya gönüllü olarak katılmışlardır. Öğrenciler, beşinci sınıfta "erime, donma, buharlaşma, yoğunlaşma, kaynama ve çözünme" kavramlarını (MEB, 2005) ve altıncı sınıfın birinci döneminde "maddenin tanecikli yapısını" öğrenmiş oldukları için örneklem ikinci kademedeki seçilmiştir (MEB, 2006). Öğrencilerin zihinsel modellerini, sınıf düzeylerine göre karşılaştırabilmek için yedinci ve sekizinci sınıf düzeyindeki öğrencilerle çalışılmıştır. Araştırma 2011-2012 eğitim-öğretim döneminin ikinci yarısında uygulanmıştır. Araştırma; 6, 7 ve 8. sınıf öğrencileri ile yapılarak düzeyler arasındaki farkı görmek hedeflenmiştir. Ancak çalışmaya katılan öğrenci sayıları eşit olmadığı için 6. sınıf (29 öğrenci) öğrencileri bu araştırmadan ayrı bir şekilde değerlendirilmiştir.

Veri toplama aracı

Veri toplama aracı olarak, öğrencilerin sahip oldukları düşünceleri ve alternatif kavramları ortaya çıkarmak için açık uçlu sorulardan oluşan 7 soruluk bir Kavram Testi uygulanmıştır (Ek 1). Öğretim programında yer alan kazanımlar, literatürdeki çalışmalar ve bu çalışmalardan ortaya çıkan alternatif kavramlar incelenmiş ve öğrencilerin olayları nasıl algıladıkları dikkate alınarak sorular hazırlanmıştır. Anketteki soruların geçerlik çalışması için, uzman görüşüne başvurulmuştur. Üniversitede görev yapan 3 öğretim üyesi ve farklı liselerde görev yapan 2 kimya öğretmenin görüşleri dikkate alınarak ve örneklem dışında 17 öğrenciye pilot uygulama yapılarak kavram testine son şekli verilmiştir. Pilot uygulamada öğrencilerin üçüncü ve dördüncü sorulardaki bazı bölümleri aynı algıladıkları görülmüş ve ifadeler daha anlaşılır şekilde düzeltilerek yeniden yazılmıştır. Öğrencilerden soruları, maddenin tanecikli yapısına yönelik çizim yaparak cevaplamaları istenmiştir. Öğrenci çizimleri incelenerek çizimlerle ilgili bazı öğrencilerle görüşülmüştür. Bu görüşmenin sebebi, öğrencilerin yaptıkları çizimlerde ne anlatmak istediklerini anlamaktır. Çünkü öğrencilerin bazıları yaptığı çizimlerde herhangi bir açıklama yapmamıştır. Bazı öğrencilerin çizimlerinin de anlaşılır olmadığı görülmüştür.

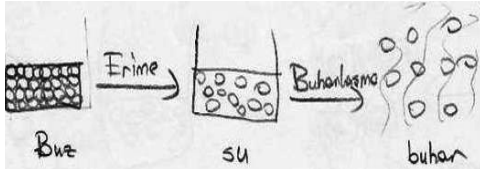
Verilerin analizi

Çalışmadan elde edilen veriler, betimsel analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın amacı ve veri toplama aracının içerdiği sorular doğrultusunda, her bir sorudan elde edilen öğrenci çizimleri kategoriler ve temalar oluşturularak sunulmuştur. Oluşturulan kategorilere ve temalara ait frekans değerleri tablolar, öğrenci çizimleri de şekiller halinde verilmiştir.

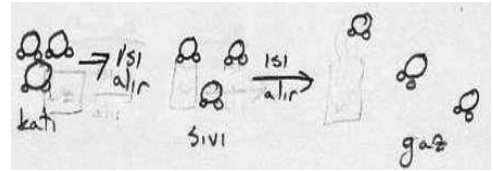
Bulgular

Elde edilen bulgulara göre, öğrencilerin konu ile ilgili bazı alternatif kavramlara ve eksik öğrenmelere sahip oldukları tespit edilmiştir.

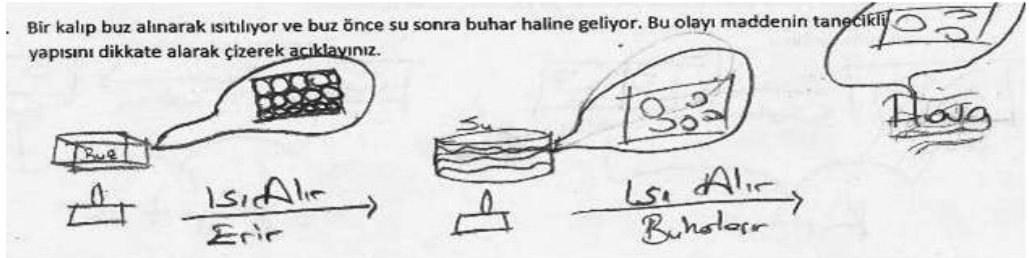
Kavram testinin ilk sorusundaki hal değişimi ile ilgili soruda 15 (yedinci sınıftan 6 ve sekizinci sınıftan 9) öğrenci; tanecikler arası boşlukları doğru çizerken, tanecik sayısını azalan şekilde çizmişlerdir (Şekil 1.a). Sadece yedinci sınıflardan bir öğrenci tanecik sayısının değişmediğini belirten çizim yapmıştır (Şekil 1.b).



Şekil 1.a. Kavram testinin birinci sorusu için yapılan örnek bir çizim



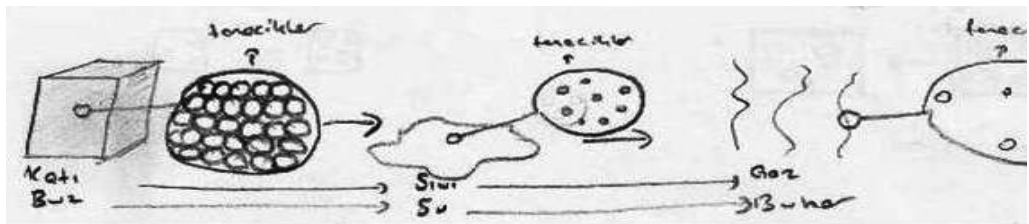
Şekil 1.b. Kavram testinin birinci sorusu için yapılan örnek bir çizim



Şekil 2.a. Kavram testinin birinci sorusu için yapılan aşamalı çizim örnekleri



Şekil 2.b. Kavram testinin birinci sorusu için yapılan aşamalı çizim örnekleri



Şekil 2.c. Kavram testinin birinci sorusu için yapılan aşamalı çizim örnekleri

Ayrıca bu soruda yedinci sınıfların tamamı tanecik modeli kullanırken, sekizinci sınıflardan üç öğrenci aşamalı çizim yapmıştır (Şekil 2.a, Şekil 2.b, Şekil 2.c). Bu çizimlerin ilk aşamasında hem küp şeklinde çizim hem sürekli çizim modeli kullanılmış ve ikinci aşamada tanecikli çizimler yapılmıştır. Kavram testinin ikinci sorusu ile ilgili öğrencilerin kullandıkları çizim modelleri ve kategorileri Tablo 1’de sunulmuştur. Yedinci sınıftan 4, sekizinci sınıftan 5 öğrenci çizimlerde tanecik modelini tercih ederken, sırasıyla 2 ve 3 öğrenci sürekli çizimi tercih etmiştir. Bunun yanında sekizinci sınıftan bir öğrenci aşamalı bir çizim yapmış ve yedinci sınıftan bir öğrenci çizim yapmamıştır.

Tablo 1

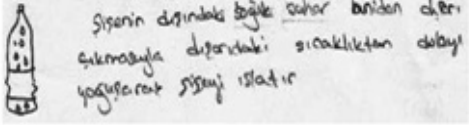
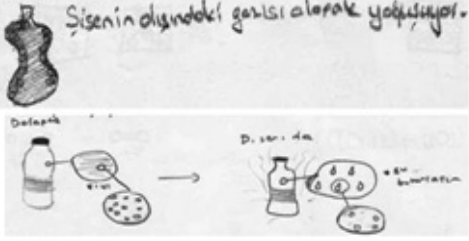
Kavram Testinin İkinci Sorusu İle İlgili Kullanılan Modellerin Kategori ve Frekansları

		Öğrenci çizimlerinden örnekler	Frekans	
			7.sınıf	8.sınıf
M o d e l t ü r ü	Tanecik modeli		4	5
	Sürekli çizim		2	3
	Aşamalı çizim			1
	Çizim yok		1	

Kavram testinin ikinci sorusu ile ilgili açıklamaları ve kategorileri içeren Tablo 2 incelendiğinde, anlama kategorisinde hiçbir öğrenci yer almazken, kısmen anlama kategorisinde her iki sınıftan sadece birer öğrenci bulunmaktadır. 14 öğrenci alternatif kavram kategorisinde yer almıştır.

Tablo 2

Kavram Testinin İkinci Sorusu ile İlgili Açıklamaların Kategorileri ve Frekansları

		Öğrenci çizimlerinden örnekler	Frekans	
			7.sınıf	8.sınıf
A ç ı k l a m a l a r	Kısmen Anlama		1	1
	Alternatif Kavram		6	8

Kavram testinin üçüncü sorusunda donan suyun taneciklerinin hareket türünü yedinci sınıftan bir öğrenci ve sekizinci sınıftan 2 öğrenci anlama kategorisinde cevaplamıştır. Yedinci sınıftan 3 öğrenci ve sekizinci sınıftan 6 öğrenci kısmen anlama, yedinci sınıftan 2 öğrenci alternatif kavrama ve her iki sınıftan birer öğrenci cevap yok kategorisinde yer almıştır. Bu soruda öğrencilerin tümü tanecikler arası boşlukların ve taneciklerin hızının azaldığını gösteren çizimler yapmışlardır (Tablo 3).

Tablo 3

Kavram Testinin Üçüncü Sorusu ile İlgili Çizimlerin Kategorileri ve Frekansları

		Öğrenci çizimlerinden örnekler	Frekans	
			7.sınıf	8.sınıf
Tanecik hareketi türü doğru		3	2	
Tanecikler arası boşluk artar		7	9	
Taneciklerin hızı artar		7	9	

Benzer şekilde dördüncü soruda buharlaşma sırasında suyun taneciklerinin hareket türünü yedinci sınıftan 3 öğrenci ve sekizinci sınıftan 2 öğrencinin anlama kategorisinde cevapladığı görülmektedir. Yedinci sınıftan 3 öğrenci ve sekizinci sınıftan 4 öğrenci kısmen anlama kategorisinde yer alırken, sekizinci sınıftan 2 öğrenci alternatif kavram kategorisinde yer almıştır. Her iki sınıftan birer öğrenci soruya cevap vermemiştir (Tablo 4).

Tablo 4

Kavram Testinin Dördüncü Sorusu İle İlgili Çizimlerin Kategorileri ve Frekansları

	Öğrenci çizimlerinden örnekler	Frekans	
		7.sınıf	8.sınıf
Tanecik hareketi türü doğru		1	2
Tanecikler arası boşluk azalır		7	9
Taneciklerin hızı azalır		7	9

Tanecikler arası boşluklar ile ilgili kısım tüm öğrenciler tarafından doğru çizilmiş ve açıklanmıştır. Aynı şekilde tüm öğrenciler taneciklerin hızının arttığını belirtmişlerdir. Hem üçüncü soru hem de dördüncü sorudaki iki olay sırasında moleküller arası bağlardaki değişimler ile ilgili öğrencilerin verdikleri cevaplar ve frekansları Tablo 5'de sunulmuştur.

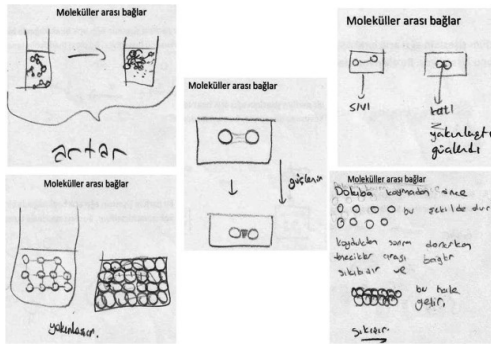
Tablo 5 incelendiğinde, yedinci sınıf öğrencilerinden biri donma ve buharlaşma sırasında moleküller arası bağlarda herhangi bir değişim olmayacağını belirtmiştir. Sekizinci sınıftan bir öğrenci de bağların hem kısaldığını hem de güçlendiğini ifade ederek iki farklı kategoride yer almıştır. Her iki soru için iki sınıf seviyesinde birer öğrenci herhangi bir yorum yapmamıştır.

Tablo 5

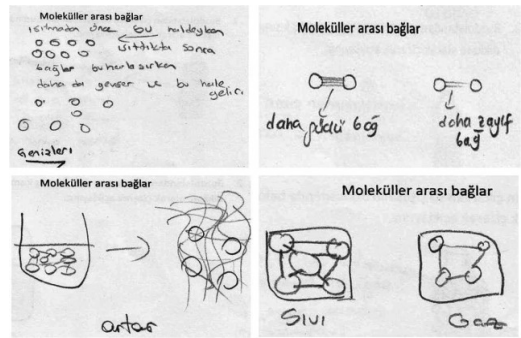
Kavram Testinin Üçüncü ve Dördüncü Sorularındaki Moleküller Arası Bağlarla İlgili Cevaplar ve Frekanslar

Moleküller arası bağlar					
Verilen cevaplar	Soru 3		Verilen cevaplar	Soru 4	
	7. sınıf	8. sınıf		7. sınıf	8. sınıf
Gitgide sıklaşır	3		Bağlar gevşer	1	
Değişim olmaz	1		Bir değişim olmaz	1	
Kısalır	1	1	Genişler	1	1
Yakınlaşır	1	1	Bağlar gitgide artar	2	
Bağ sayısı artar		5	Azalar	1	5
Güçlenir		2	Bağlar zayıflar		2
Cevap yok	1	1	Cevap yok	1	1
Toplam frekans	7	10		7	9

Üçüncü ve dördüncü soru için öğrenci çizimlerinden örnekler Şekil 3.a ve Şekil 3.b olarak aşağıda sunulmuştur.

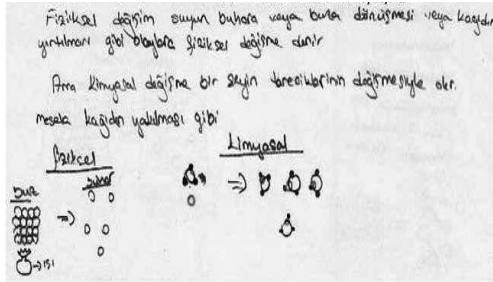


Şekil 3.a. Kavram testinin üçüncü sorusunda moleküller arası bağlar ile ilgili çizimlerden örnekler

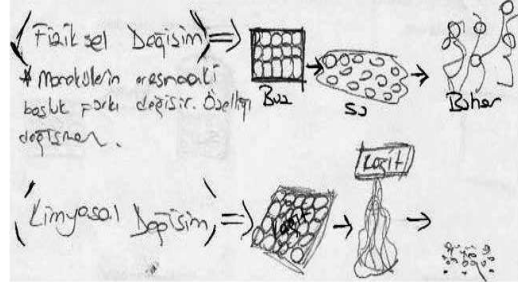


Şekil 3.b. Kavram testinin dördüncü sorusunda moleküller arası bağlar ile ilgili çizimlerden örnekler

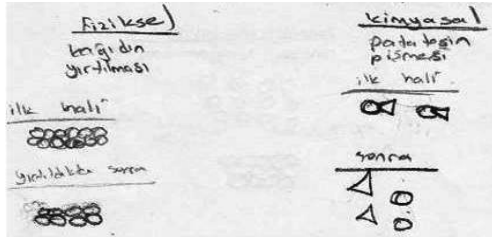
Kavram testinin beşinci sorusunda sekizinci sınıf öğrencilerinden sadece bir tanesi aşamalı çizim yaparken diğer tüm öğrenciler tanecikli çizim kullanmıştır. Öğrencilerin tamamı fiziksel ve kimyasal değişim ile ilgili doğru çizimler yapmışlardır. Verdikleri örnekler konuyu anladıklarını göstermektedir (Şekil 4.a, Şekil 4.b, Şekil 4.c, Şekil 4.d, Şekil 4.e, Şekil 4.f, Tablo 6).



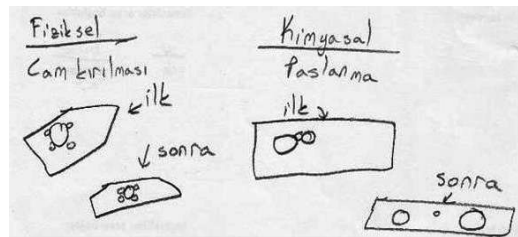
Şekil 4.a. Kavram testinin beşinci sorusu için öğrenci çizimlerinden örnek



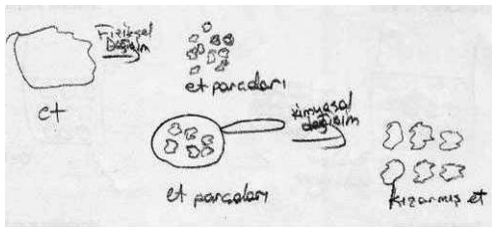
Şekil 4.b. Kavram testinin beşinci sorusu için öğrenci çizimlerinden örnek



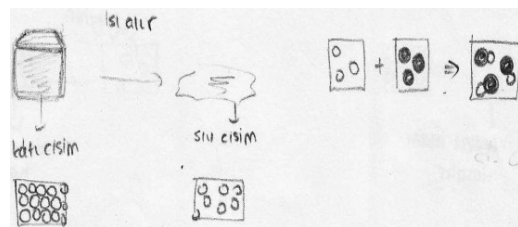
Şekil 4.c. Kavram testinin beşinci sorusu için öğrenci çizimlerinden örnek



Şekil 4.d. Kavram testinin beşinci sorusu için öğrenci çizimlerinden örnek



Şekil 4.e. Kavram testinin beşinci sorusu için öğrenci çizimlerinden örnek



Şekil 4.f. Kavram testinin beşinci sorusu için öğrenci çizimlerinden örnek

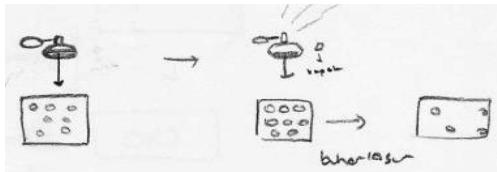
Tablo 6'da görüldüğü üzere öğrencilerin, fiziksel ve kimyasal değişme olaylarını öğrendikleri göze çarpmaktadır. Öğrencilerin verdikleri örnekler çeşitlilik arz etmektedir.

Tablo 6

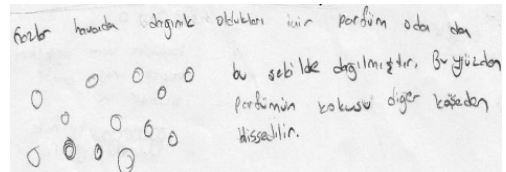
Öğrencilerin Kavram Testinin Beşinci Sorusu İçin Verdikleri Örnekler ve Frekansları

Fiziksel değişme	7.sınıf	8.sınıf	Kimyasal değişme	7.sınıf	8.sınıf
	Frekans			Frekans	
Hal değişimi	2	2	Kâğıdın yanması	1	4
Camın kırılması	1		Paslanma	1	
Elma dilimleme	1		Elma turtası	1	
Eti parçalama (kesme)	1		Etin kızartılması	1	
Kâğıdın yırtılması	1	2	Patatesin pişmesi	1	
Buzun kırılması		1	Suyun parçalanması	1	2
Suyun buharlaşması		1	Bileşik oluşması		1
Buzun erimesi		1	Örnek yok	1	2
Örnek yok	1	1			

Kavram testinin altıncı sorusuna sekizinci sınıftan 6 öğrenci gazın yayılması cevabını verirken, 2 öğrenci buharlaşma ve bir öğrenci de parfümün öz ısısının çok düşük olması cevabını vermiştir. Yedinci sınıfların tamamı, yayılma cevabını vermişlerdir. Öğrencilerin tamamı tanecik modelini kullanmıştır (Şekil 5.a, Şekil 5.b).



Şekil 5.a. Kavram testinin altıncı sorusuna öğrenci çizimi


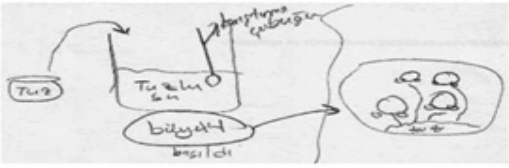


Şekil 5.b. Kavram testinin altıncı sorusuna öğrenci çizimi

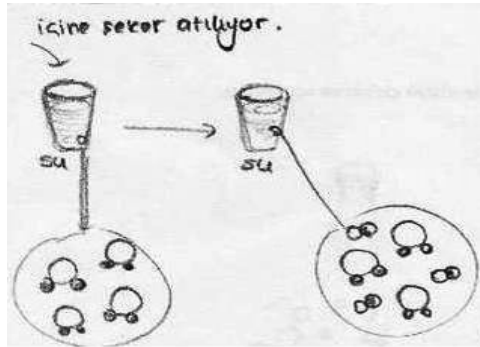
Kavram testinin yedinci sorusunda çözünmeyi sekizinci sınıftan 5 öğrenci tanecikli yapı ile çizerken, 4 öğrenci sürekli çizim yapmıştır. Yedinci sınıftan 6 öğrenci tanecikli çizimi tercih ederken bir öğrenci sürekli çizimi tercih etmiştir (Tablo 7).

Tablo 7

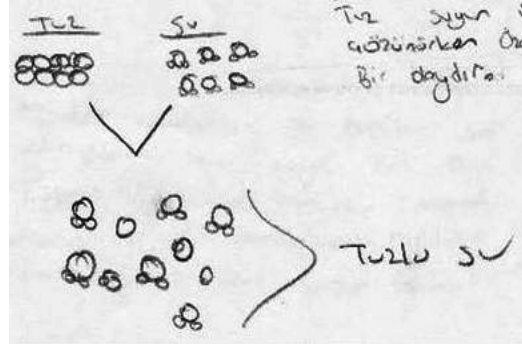
Kavram Testinin Yedinci Sorusu İle İlgili Çizimlerin Kategorileri ve Frekansları

Model türü	Öğrenci çizimlerinden örnekler	Frekans	
		7.sınıf	8.sınıf
Tanecik modeli		7	5
Sürekli çizim		1	4

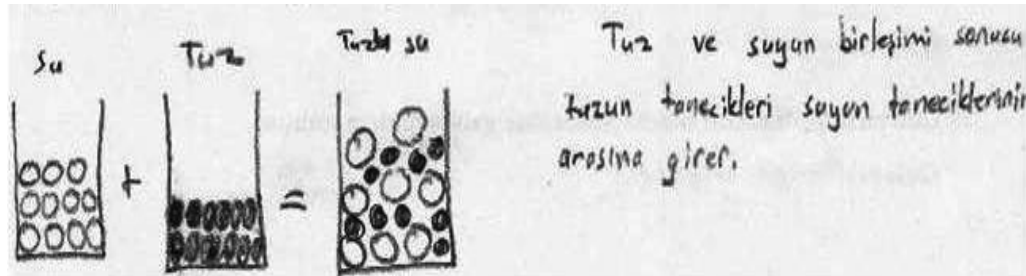
Öğrencilerin tuzun suda çözünmesi ile ilgili sorun yaşamadıkları görülmüştür (Şekil 6.a, Şekil 6.b, Şekil 6.c ve Şekil 6.d). Çözünmeyi öğretim programında verildiği şekilde tanımlayabilmektedirler.



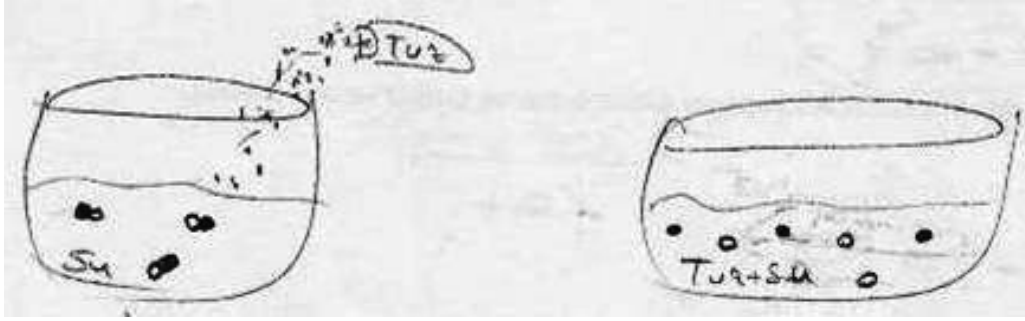
Şekil 6.a. Kavram testinin yedinci sorusu için öğrenci çizimi



Şekil 6.b. Kavram testinin yedinci sorusu için öğrenci çizimi



Şekil 6.c. Kavram testinin yedinci sorusu için öğrenci çizim örneği



Şekil 6.d. Kavram testinin yedinci sorusu için öğrenci çizim örneği

Tartışma

Çalışmadan elde edilen bulgular, 7. ve 8. sınıf düzeyindeki üstün yetenekli öğrencilerin hal değişimi, maddedeki değişim ve çözünme sırasında maddenin tanecikli yapısı ile ilgili sahip oldukları düşüncelerinin ve zihinsel modellerinin birbirinden çok farklı olmadığını göstermiştir. Ancak 7. sınıf öğrencilerinin tanecikli modeli 8. sınıf öğrencilerine göre daha fazla kullandıkları görülmüştür.

Öğrencilerin biri hariç (7. sınıf öğrencisi) hepsi, tanecik sayısını azalan şekilde çizerek literatürde karşılaşılan alternatif düşünceye sahip olduklarını göstermişlerdir (Çökelez, 2009). Bunun sebebi kullanılan ders kitaplarında veya internet ortamında öğretmenlerin hazırlamış olduğu sunumlarda böyle bir model kullanmaları olabilir. MEB'in ders kitaplarının yanında öğretmenler tarafından kullanılmakta olan diğer ders kitapları ve kaynak kitaplar incelendiğinde bu durum daha fazla göze çarpmaktadır. Kullanılan çizimlerde taneciklerin istiflenmesi farklı sayıda tanecik kullanılarak gösterilmiştir. Öğretmen, derste kullandığı modelin öğrencide bu tür bir algılamaya sebep olacağını düşünmemiş olabilir veya bu algının doğru olduğunu düşünüyor olabilir. Nitekim literatürde öğretmenlerin modeller konusunda alternatif düşüncelere sahip olduğunu gösteren çalışmalar vardır (Justi ve Gilbert, 2002; Van Driel ve Verloop, 1999; Van Driel ve Verloop, 2002).

Öğrencilerin birinci soruda kullandıkları tanecik modeli ile sürekli çizim modeli, lise öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı konusundaki çalışma ile benzerlik göstermektedir (Ayas ve Özmen, 2002). Sürekli çizim örnekleri Nakhleh ve Samarapungavan (1999), Demircioğlu, Demircioğlu ve Ayas (2004) tarafından ifade edilenlerle benzerdir. Bunun sebebi, öğrencilerin olayların mikroskobik boyutunu anlamakta zorlanmaları ya da sürekli çizimin öğrencilere daha kolay gelmesi olabilir. Taneciklerin hareket türü ile ilgili olan soruda (üçüncü soru) bir öğrenci (7.sınıf), suyun donarken öteleme ve titreşim hareketi yaptığını belirtmiştir. Benzer alternatif kavram Çökelez (2009) tarafından yapılan çalışmada da belirlenmiştir. Bunun nedeni, öğrencilerin mikroskobik boyutta gerçekleşen olay ya da durumlarla ilgili tam bir anlama gerçekleştirememiş olması olabilir. Literatürde de belirtildiği gibi öğrenciler mikroskobik yapıdan ziyade makroskobik yapı fikrine sahiptirler (Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein, 1986; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999; Demircioğlu, 2008). Özellikle bu yaşlardaki öğrencilerde soyut işlemler aşaması henüz tamamlanmadığı için olayları gördükleri şekilde ifade etmeleri ve resmetmeleri son derece normaldir.

Öğrencilerin Tablo 2'deki açıklamalarına bakıldığında yoğunlaşma olayını anlamakta zorlandıkları görülmektedir. Alternatif kavram kategorisindeki açıklamalarda öğrenciler, şişenin üzerindeki damlacıkların sebebini; “şişenin dışındaki soğuk havanın yoğunlaşması, şişenin içindeki suyun buharlaşarak dışarı çıkması, gazın yoğunlaşması, dışarıdaki havanın soğuktan dolayı yoğunlaşması, şişenin üzerindeki donmuş suyun sıcak hava ile karşılaştığında buharlaşması, şişenin dışındaki soğuk buharın yoğunlaşması, süblimleşme” olarak açıklamışlardır. Literatürde öğrencilerin bu tür alternatif kavramlara sahip olduğuna dair pek çok çalışma bulunmaktadır (Coştu ve diğerleri, 2009; Demircioğlu, 2002; Demircioğlu, 2008; Osborne ve Cosgrove, 1983). Bu alternatif kavramların sebebi, öğrencilerin ön bilgileri, kavramların yapılandırılmasında yaşadıkları sorunlar ve çevreden edindikleri bilgiler olabilir (Coştu ve diğerleri, 2009; Osborne ve Cosgrove, 1983). Hiçbir öğrencinin anlama kategorisinde cevap verememesi bu olayı anlamakta zorlandıklarının bir göstergesidir.

Hem donma hem de buharlaşma olayları sırasında moleküller arası bağlardaki değişimler ile ilgili soruda (Tablo 5), yedinci sınıftan bir öğrenci donma ve buharlaşma olayının fiziksel değişim olması sebebiyle moleküller arası bağlarda herhangi bir değişim olmayacağını belirterek alternatif kavram kategorisinde yer almıştır (Ayvaci ve Çoruhlu, 2009). Öğrenci, moleküller arası bağlardaki değişimi kimyasal olay olarak algılamış olabilir. Ayrıca konu anlaşılması zor bir konudur.

Şekil 5.a ve Şekil 5.b'de görüldüğü üzere kavram testinin altıncı sorusundaki çizimlerde öğrencilerin tamamı tanecikli yapıyı tercih etmiştir. Sekizinci sınıftan 7 öğrenci ve yedinci sınıfların tamamı olayı gazların yayılması ile ilişkilendirirken, sekizinci sınıftan bir öğrenci olayı buharlaşma ve bir öğrenci de parfümün özütü ile ilişkilendirmiştir. Bu öğrenciler olayı sekizinci sınıf öğretim programındaki ‘Madde ve Isı’ ünitesiyle ilişkilendirmiş olabilir (MEB, 2006). Kavram testinin yedinci sorusunda yine öğrenci çizimlerinde 2 kategori oluşmuştur (Tablo 7). Tanecikli çizimi tercih eden öğrenciler çoğunlukta olmasına rağmen, sekizinci sınıflardan sürekli çizim modelini kullananların sayısı göz ardı edilemez. Öğrenciler, çözünme sırasında tuz taneciklerinin suyun molekülleri arasında dağıldığını belirtmişlerdir (Çalık ve Ayas, 2007; MEB, 2006). Bu olayla ilgili öğrencilerin sorun yaşamadıkları ve çözünmeyi öğretim programında verildiği gibi tanımlayabildikleri görülmüştür.

Çalışma sonucunda, üstün yetenekli öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı ile ilgili alternatif fikirler taşıdıkları belirlenmiştir. Örneğin, maddenin taneciklerinin madde ile aynı özellikleri gösterdiğine inanmaktadırlar. Bu alternatif fikirlerin maddelerde meydana gelen makroskobik düzeydeki değişimleri (katı, sıvı, gaz) mikroskobik düzeydeki değişimlere atfetmelerinden kaynaklandığı ve gözlemledikleri makroskobik olaylara daha fazla inandıkları sonucuna varılmıştır. Bu düşüncelerini kavramla ilgili modellemeler yaparken aynen kullanmışlardır. Normal öğrencilerle bu tür çalışmalar sıklıkla yapılmış olmasına karşın üstün yetenekli öğrencilerle yapılmış çalışma sayısı son derece azdır. Bu nedenle, yapılan bu çalışma ve sonuçlarının bundan sonraki çalışmalara temel oluşturacağı düşünülmektedir. Ayrıca tanecikli yapı ve diğer fen kavramları ile ilgili benzer çalışmaların yapılması ve bu çalışmanın sonuçları ile karşılaştırılması adına önemli bir adım olarak görülebilir.

Öğrencilerde görülen alternatif kavramların kullanılmama nedeni, öğretmenlerin model kullanımı ve modelleme konusunda yeterli bilgiye sahip olmamaları olabilir. Çünkü öğretmen, öğretim yaparken öğrencisinin yanlış yapılandırma yapabileceğini tahmin edemeyebilir. Bu

eksiklikleri gidermek için derslerde model kullanma ve model geliştirme etkinliklerine yer verilebilir. Bunu gerçekleştirecek olan öğretmenlere de model kullanımı ve modelleme ile ilgili hizmet içi eğitim verilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Ders kitapları ve öğretmenlerin kullandıkları kaynak kitaplar gözden geçirilerek alternatif kavramların oluşmasına sebep olabilecek çizimlerin düzeltilmesi önerilmektedir.

Tanecikli yapı literatürde farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerle birçok kez çalışılmıştır. Fen bilimlerinin özellikle kimyanın en temel kavramı olarak nitelendirilebilir. Çalışmalar bireylerin bu kavramı anlama ve yapılandırmada önemli zorluklar yaşadıklarını sıklıkla ortaya koymaktadır. Soyut yapısından dolayı, anlatımla ve iki boyutlu çizimlerle doğru bir şekilde anlaşılması hayli zor gözükmektedir. Tanecikli yapıyı, sadece bir olay ya da kavram üzerinden (örneğin, buharlaşma) vermeye çalışmak son derece yetersiz olmaktadır. Bunun yerine öğrencilerin zihinsel modellerini geliştirebilecek öğretim yöntem, teknik, araç ve gereçlerini kullanmak gerekir. Hemen her fen kavramının mutlaka bir tanecik boyutu vardır. Bu nedenle fen bilimlerindeki her bir kavram öğretilirken tanecik boyutuna tekrar tekrar vurgu yapılmalıdır. Örneğin, fiziksel bir değişimdeki tanecik hareketi ile kimyasal bir değişimdeki tanecik hareketi farklıdır. Bu fark, mikroskobik düzeydeki gösterimleri içeren animasyonlarla öğrencilere verilmelidir.

Bu ve benzeri çalışmalardan anlaşılacağı gibi öğrencilerin çizimlerinden zihinsel modellerini belirlemek mümkündür. Üstün yetenekli öğrencilerin zihinlerinde oluşan modeller ortaya çıkarılırken, öğrencilerin yaratıcı fikirleri ve farklı düşünce yapıları da keşfedilebilir. Ülkemizin geleceği için ayrı bir öneme sahip olan üstün yetenekli öğrencilerin zihinsel modellerinin sağlıklı bir şekilde belirlenmesine yönelik çalışmaların, örneklem sayısı artırılarak yaygınlaştırılması gerekir. Bu sayede, önemli cevherlerin ortaya çıkarılmasına ve öğrencilerin yaratıcı fikirlerinin teşvik edilmesine önemli bir katkı sağlanacaktır.

Bu çalışma ile üstün yetenekli öğrencilerin ortak algılamalarının yanında çok farklı modellere sahip oldukları tespit edilmiştir. Zihinsel modellerin oluşumunda; çocuğun yaşından medyaya, çevresel gözlemlerden formal eğitime kadar birçok faktörün etkili olduğu bilinmektedir. Bu faktörlerle öğrencilerin etkileşimi doğal olarak farklı modellerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle öğretim planlanmasında öğretmenler, buldukları çevreye göre öğretim programlarını yorumlamalı, öğrencileriyle birlikte ve onların ön bilgi, tecrübe, ilgi ve ihtiyaçlarını dikkate alarak öğretimi planlamalıdır.

Zihinsel modeller, öğrencinin mikroskobik düzeyde gözlemlediği olayları mikroskobik boyutta nasıl canlandırdığını ortaya koyma açısından son derece önemlidir. Öğretimin planlanmasında, öğrenci grubunun sahip olduğu zihinsel modellerden hareket edilebilir. Bu durum, sınıflar arası farklılaşabileceği gibi üstün yetenekli öğrencilerle normal öğrenciler arasında da farklılaşabilir. Özellikle farklılıkların ortaya konmasında, bu tür çalışmaların farklı düzeylerde ve özelliklerdeki bireyler üzerinde denenmesi ve sonuçların ortak bir paydada ele alınması farklı öğrenme ortamlarının tasarlanmasında fayda sağlayacaktır. Bu çalışmalar ayrıca, zaman içerisinde üstün yetenekli öğrencilerin algılama farklılıklarını da ortaya çıkaracaktır. Hatta aynı öğrencilerin belli aralıklarla aynı kavramla ilgili zihinsel modelleri takip edilebilir. Bu sayede modellerdeki değişimler resmedilebilir ve öğretimin etkisi daha iyi anlaşılabilir. Unutulmamalıdır ki, kimyanın zor olan kısmı gözle gözleyemediğimiz mikroskobik boyutudur. Mikroskobik seviyeye yönelik modellerin tespiti, fen kavramlarının anlamlı bir şekilde yapılandırılmasında son derece önemlidir.

Öğrencilerin mikroskobik dünyanın özelliklerinin makroskobik dünyadan oldukça farklı olduğunu anlamaları için bu tür çalışmalar sıklıkla ve birçok kavram için yapılmalıdır. Ancak bu sayede öğrencilerin maddeye ait özelliklerini taneciklerine atfetmesinin önüne geçilebilir. Bu sürecin başlatılmasında da tanecikli yapı kavramı önemli bir başlangıç noktası olabilir. Çünkü bu kavram fen bilimlerinin birçok konusunun öğrenilmesinde, hatta sağlıklı bir fen okuryazarı olmada önemli bir yer işgal etmektedir.

Öğrencilerin anlamalarının belirlenmesinde, zihinsel modellerini de ortaya çıkarabilen çizime dayalı soruların sıklıkla kullanılması önerilmektedir. Elbette ki sorular, analiz edilip öğretimin planlanmasında başlangıç noktası olarak kullanıldığında amaca hizmet edecektir. Bunun yanı sıra, çoktan seçmeli sorularla bu tür durumların ortaya konması neredeyse imkânsızdır. Farklı zamanlarda farklı araştırmacıların yaptığı çalışmalardan elde edilen aynı kavrama yönelik modeller, zamanla model havuzu oluşturacaktır. Oluşan bu zihinsel modeller öğretimin farklı aşamalarında farklı amaçlarla kullanılabilir. Bu çalışmada verilen örnek modellerin bu sürece bir parça katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Adbo, K. & Taber, K. S. (2009). Learners' mental models of the particle nature of matter: A study of 16-year-olds Swedish science students. *International Journal of Science Education*, 31(6), 757-786.
- Akarsu, F. (2001). Üstün yetenekli çocukların ailelerinin sorunları. 1. *Üstün Yetenekli Çocuklar Kongresi*, Eylül, İstanbul, Seçilmiş Makaleler Kitabı, Çocuk Vakfı Yayınları, No: 64, s.447 - 460.
- Ayas, A. & Özmen, H. (2002). Lise kimya öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 19(2).
- Ayas, A., Özmen, H. & Çalık, M. (2010). Students' conceptions of the particulate nature of matter at secondary and tertiary level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 165-184.
- Ayvacı, H. Ş. & Çoruhlu, T. Ş. (2009). Fiziksel ve kimyasal değişim konularındaki kavram yanlışlarının düzeltilmesinde açıklayıcı hikâye yönteminin etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 93-104.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B. S. & Silberstein, J. (1986). Is an atom of copper malleable? *Journal of Chemical Education*, 63(1), 64-66.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2000). *Research methods in education*, London: Routledge Falmer.
- Coştu, B., Ayas, A. & Niaz, M. (2009). Promoting conceptual change in first year students' understanding of evaporation. *Chemistry Education: Research and Practice*, 11, 5-16.
- Çalık, M. & Ayas, A. (2007). Farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin çözünme esnasında kütlenin korunumuyla ilgili anlamalarının tespiti. *Millî Eğitim Dergisi*, 1, 219.
- Çepni, S. (2009). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. (Geliştirilmiş 4.Baskı), Trabzon.
- Çökelez, A. (2009). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin tanecik kavramı hakkındaki görüşleri: Bilgi dönüşümü. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36, 64-75.
- 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 (8), 946-964.
- De Vos, W. & Verdonk, A.H. (1996). The particulate nature of matter in science education and in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (6), 657-664.
- Demircioğlu, H. (2002). *Sınıf öğretmen adaylarının bazı temel kimya kavramlarını anlama düzeyleri ve karşılaşılan yanlışlar*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), K.T.Ü., Trabzon.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G., & Ayas, A., (2004) Sınıf öğretmeni adaylarının bazı temel kimya kavramlarını anlama düzeyleri ve karşılaşılan yanlışlar, *İstanbul Üniversitesi Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 1, Sayı 1, s. 29-49.
- Demircioğlu, H. (2008). *Sınıf öğretmeni adaylarına yönelik maddenin halleri konusunda ilgili bağlam temelli materyal geliştirilmesi ve etkililiğinin araştırılması*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi), KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dole, J. A. (2000). Readers, texts and conceptual change learning. *Reading & Writing Quarterly*, 16, 99-118.
- Gabel, D. L., Samuel, K.V. & Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64 (8), 695-697.

- Haidar, A. H. & Abraham, M. R. (1991). A Comparison of applied and theoretical knowledge of concepts based on the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (10), 919-938.
- Harrison, A. G. (1998). Modelling in science lessons: are there better ways to learn with models? *School Science & Mathematics*, 98, 420-429.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2002). The particulate nature of matter: Challenges in understanding the microscopic world. In J. K. Gilbert et al. (Eds.), *Chemical Education: Towards Research-Based Practice*, (pp. 189-212). Dordrecht: Kluwer Academic.
- Harrison, A. G. & Treagust, T. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22, 1011-1026.
- Hewson, M. G. & Hewson, P. W. (2003). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 86-98.
- İyibil, Ü. & Sağlam Arslan, A. (2010). Fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modelleri. *NEF-MED*, 4(2), 26-46.
- Justi, R. S. & Gilbert, J.K. (2002). Modelling, teacher's views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24, 369-387.
- Küçük, M. (2002). *Hizmet-içi aksiyon araştırması kurs programının fen bilgisi öğretmenlerine uygulanması: Bir örnek olay çalışması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kurnaz, M. A. & Değermenci, A. (2012). 7. Sınıf öğrencilerinin güneş ve ay ile ilgili zihinsel modelleri. *İlköğretim Online*, 11(1), 137-150.
- Löfgren, L. & Hellden, G. (2008). Following young students' understanding of three phenomena in which transformations of matter occur. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 481-504.
- MEB. (1991). Özel Eğitim, Rehberlik ve Danışmanlık Dairesi Başkanlığı, *Üstün Yetenekli Çocuklar ve Eğitimi, I. Özel Eğitim Konseyi Ön Raporu*, Ankara.
- MEB. (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi 5. sınıf öğretim programı*, Ankara.
- MEB. (2006). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi 6. sınıf öğretim programı*, Ankara.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
- Nakhleh, M. B. & Samarapungavan, A. (1999). Elementary school children's beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 777-805.
- Osborne, R. J. & Cosgrove, M. M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.
- Özmen, H. & Ayas, A. (2003). Students' difficulties in understanding of the conservation of matter in open and closed-system chemical reactions. *Chemistry Education: Research and Practice*, 4(3), 279-290.
- Özmen, H. & Kenan, O. (2007). Determination of the Turkish primary students' views about the particulate nature of matter. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 8(1)
- Özmen, H., Ayas, A. & Coştu, B. (2002). Determination of the science student teachers' understanding level and misunderstandings about the particulate nature of matter. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 2(2), 507-529.
- Paton, R. C. (1996). On a apparently simple modelling problem in biology. *International Journal of Science Education*, 18(1), 55-64.

- Rahayu, S. & Kita, M. (2010). An analysis of Indonesian and Japanese students' understandings of macroscopic and submicroscopic levels of representing matter and its changes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(4), 667-688.
- Read, J. R. (2004). Childrens' Misconceptions and Conceptual Change in Science Education, Available from; <http://acell.chem.usyd.edu.au/Conceptual-Change.Cfm>.
- Renzulli, J. S. (1986). *The treering conception of giftedness: a developmental model for creative productivity. conception of giftedness*. Press syndicate of the University of Cambridge, Cambridge.
- Taşdemir, Ö. M. (2003). *Üstün yetenekli çocuklarda mükemmeliyetçilik ile sınav kaygısı, benlik saygısı, kontrol odağı, öz yeterlilik ve problem çözme becerileri ilişkisinin incelenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), K.T.Ü., Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Tekin, S., Kolomuç, A. & Ayas, A. (2004). Kavramsal değişim metinlerini kullanarak çözünürlük kavramını daha etkili öğretebilir miyim?, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, Yıl:2, Sayı 2.
- Tsai, C. C. (1999). Overcoming junior high school students' misconceptions about microscopic views of phase change: A study of an analogy activity. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 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(2), 249-262.
- Van Driel, J. H. & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21, 1141-1153.
- Van Driel, J. H. & Verloop, N. (2002). Experienced teachers' knowledge of teaching learning of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 24, 1255-1272.
- Vosniadou, S. (2007). Conceptual change and education, *Human Development*, 50, 47-54.

Ek I. Veri Toplama Aracı Olarak Kullanılan Kavram Testi

1. Bir kalıp buz alınarak ısıtılıyor ve buz önce su sonra buhar haline geliyor. Bu olayı maddenin tanecikli yapısını dikkate alarak çiziniz ve açıklayınız.
2. Buzdolabından çıkarılan su şişesinin dış kısmında damlacıklar oluşur. Bu olayı maddenin tanecikli yapısını dikkate alarak çiziniz ve açıklayınız.
3. Bir miktar su buzdolabına konularak donması sağlanıyor. Bu olay süresince aşağıdaki özelliklerde ne gibi değişiklikler meydana gelir? Maddenin tanecikli yapısını dikkate alarak çiziniz ve açıklayınız.

Taneciklerin hareket türü

Tanecikler arası boşluklar

Taneciklerin hızı

Moleküller arası bağlar

4. Bir miktar su ısıtılarak buharlaşması sağlanıyor. Bu olay süresince aşağıdaki özelliklerde ne gibi değişiklikler meydana gelir? Maddenin tanecikli yapısını dikkate alarak çiziniz ve açıklayınız.

Taneciklerin hareket türü

Tanecikler arası boşluklar

Taneciklerin hızı

Moleküller arası bağlar

5. Fiziksel ve kimyasal değişmeyi maddenin tanecikli yapısını dikkate alarak birer örnekle çizerek açıklayınız.
6. Bir parfüm şişesinin ağzı açık bırakıldığında bir süre sonra odanın diğer köşesindeki arkadaşınız parfümün kokusunu hissediyor. Bu olayı maddenin tanecikli yapısını dikkate alarak çiziniz ve açıklayınız.
7. Tuz, şeker gibi maddeler suyun içerisine atıldıklarında çözünürler. Tuzun suda çözünmesi olayını maddenin tanecikli yapısını dikkate alarak çiziniz ve açıklayınız.