

Maddenin Tanecikli Doğası Hakkında İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin İmaj Oluşturmalarına Rol Oynama Öğretim Yönteminin Etkisi

The Effect of Role-Play instruction method on 7th Grade Students' the Forming Mental Images about the Particle Model of Matter

Nusret KAVAK

G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara-TÜRKİYE

ÖZET

Bu çalışmada ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli doğası hakkında imaj oluşturmalarında rol oynama öğretim yönteminin etkisi geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırılarak araştırılmıştır. 2005-2006 Öğretim Yılında 46 ilköğretim 7. sınıf öğrencisinin katıldığı bu çalışmada yarı deneysel ön test-son test kontrol grup deseni uygulanmıştır. Çalışmada veri toplama, veri analizi ve sonuçların tartışılması süreçlerinde ise nitel araştırma metotlarından biri olan içerik analizinden faydalanılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen sonuçlardan maddenin tanecikli doğası hakkında imaj oluşturulmasında rol oynama öğretim yönteminin daha etkili olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Rol Oynama Öğretim Metodu, Maddenin Tanecikli Doğası, İmaj

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the effect of role-play instruction method and traditional instruction methods on 7th grade students' the forming mental images about the particle model of matter. The participants of the study were 46 7th grade students in the 2005-2006 academic years. The research design employed in this study was the semi-experimental pretest-posttest control group design. The content analysis technique, one of the qualitative research methods, was used in the data collecting and evaluating process. The findings of the study indicated that the role-play instruction method is more effective than traditional methods on 7th grade students' the forming mental images about the particle model of matter.

Key Words: Role-play Instruction Method, Particle Model of Matter, Image

Giriş

Kimya, ilk ve ortaöğretim düzeyinde öğrenilmesi ve öğretilmesi zor bir öğrenme alanıdır. Bu alandaki en büyük öğrenme zorluğu öğrencilerin günlük yaşamlarına bakış açıları ve sezgileriyle çelişen maddenin tanecikli doğasıdır (Treagust et al., 2000). Tanecikli doğa, atom, molekül, iyon, elektron gibi kavramların öğrenilmesini gerektirir. Fakat bu kavramlar soyuttur ve duyu organlarından elde ettikleri bilgilere güvenme eğiliminde olan öğrenciler için problemlidir. Çünkü maddenin tanecikleri, direkt olarak görünemeyecek, günlük deneyimlerden sezgiyle algılanamayacak kadar küçüktür ve hayalde canlandırılması zordur (Treagust et al., 1992; Abraham et al., 1994; Ben-Zvi et al., 1988; Ben-Zvi et al., 1986; Ebenezer and Erickson, 1996; Ebenezer, 2001; Gabel, 1998; Gabel et al., 1987).

Dünyanın neresinde olursa olsun farklı yaş gruplarındaki öğrencilerin büyük bir kısmı maddenin tanecikli yapısını doğru bir şekilde kavrayamamaktadır (Gabel, 1993; Atasoy, 2004; Del Pozo, 2001; Renström ve başk., 1990; Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996; Yeğnidemir, 2000; Abraham ve başk., 1992; Ünal ve Zollman, 1997; Nakhleh, 1999; Tsai, 2001; Kadayıfçı, 2001). Literatürün incelenmesinden de fark edilebileceği gibi öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını kavrayamamasının temel sebeplerinden biri onların atom, iyon ve molekül adlarını bilmelerine rağmen, bu adları duydukları zaman zihinlerinde hiçbir imaj oluşturamamasıdır (Gabel, 1993; Atasoy, 2004; Del Pozo, 2001).

Soyut fen kavramlarının öğrenilmesinde doğru imajların oluşturulması çok önemlidir. Eğer öğrenciler bir kavram ile ilgili zihinlerinde hiç bir imaj oluşturamamışsa bu onların o kavramı tanımlayamadıkları anlamına gelir. Bu durumda o kavrama ait bilgilerin olmadığı söylenebilir.

Öğrenciler, imaj oluşturabilme yeteneklerine ve imaj oluşturma tecrübelerine bağlı olarak, aynı kavram hakkında farklı imajlara sahip olabilirler. Kavram hakkında doğru imajın oluşturulmuş olması o kavramın anlamlı ve doğru öğrenilmesinde büyük paya sahiptir. Bu nedenle maddenin tanecikli yapısı ve atom gibi soyut bir kavramların

öğretilmesinde doğru imajların oluşturulması gerekir. Bu ise ancak öğrenme ortamında doğru öğretim yönteminin seçilmesi ile mümkündür (Atasoy, 2004).

Öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı ile ilgili imaj oluşturmasına yardımcı olmak için çeşitli öğretim stratejileri önerilmiştir (Gabel, 1998). Bunlardan biri analogilerdir. Analogiler, zor fen kavramlarının öğrenimi ve öğretimi için yararlı araçlardır (Webb, 1985; Weller, 1970; Duit, 1991). Birçok analogi soyut kavramların hayalde canlandırılmasını kolaylaştırır. Bununla ilgili literatürde birçok çalışma vardır. Örneğin Dreistadt (1969) problem çözmede analogilerin etkisini incelemiş ve bunların hayalde canlandırmaya anlamlı etkilerinin olduğunu bulmuştur (Dreistadt, 1969). Benzer şekilde Shapiro (1985) yaptığı çalışmada analogik gösterimlerin öğrenmeye yardımcı olabileceğini kanıtlamış, kavramlar hakkında imaj oluşturarak analogilerin yeni bilgiyi daha kolay ve somut yaptığını ifade etmiştir. Birçok araştırmacı tarafından vurgulanan analogilerin imaj oluşturma özelliği, belki de onların en önemli özelliğidir (Royer and Cable, 1976; Paivio, 1983; Davidson, 1976; Black, 1979).

Öğretimde analogilerin kullanımı farklı şekillerde olabilir. Duit (1991)' e göre analogiler nasıl sunulduğuna bağlı olarak beş grupta toplanabilir. Bunlar; sözlü analogiler, resimli analogiler, köprü analogileri, çoklu analogiler ve kişisel analogilerdir. Bunlardan kişisel analogiler aktivite temellidir ve öğrencilerin fiziksel olarak katılımını içerir. Öğrenciler bu tip analogilerde, kendilerini atom, elektron gibi soyut kavramların yerine koyarak onların hareketlerini canlandırır yani rol oynar. Bu bağlamda bu tip analogiler rol oynama aktiviteleri olarak tanımlanabilir (McSharry and Jones, 2000).

Birçok fen eğitimcisine göre öğrencilerin soyut veya karmaşık fen kavramlarını öğrenmelerine yardımcı olmada rol oynama aktiviteleri önemli rol oynar (McSharry and Jones, 2000; Resnick and Wilensky, 1998). Rol oynama aktivitelerinin çoğu analogilere dayandığından soyut kavramları somutlaştırmakta, dolayısıyla da kavramlar hakkında imaj oluşturulmasına katkıda bulunmaktadır (Lawson, 1993). Bu özelliği sayesinde rol oynama aktiviteleri soyut kavramların hatırlanılmasını sağlamakta, bu kavramlar hakkında daha gerçekçi anlayışlar yapılandırılmasına vesile olmaktadır (Solomon et al., 1992).

Fen öğretmenleri için rol oynama aktiviteleri bilinen bir tekniktir. Birçok fen öğretmeni, soyut kavramları somutlaştırmak, karmaşık olayları basit hale getirmek için sınıflarında bu aktiviteleri sıkça kullanır (McSharry and Jones, 2000). Onlar elektrik akımında elektronların hareketi, vücutta besinin sindirimi gibi bilimsel olayları canlandırmak için öğrencileri oynatır veya öğrencilerden herhangi bir konuyu hazırlanarak öğretmen gibi anlatmalarını isteyebilir. Bunlar, literatürdeki bazı örnekleri gibi rol oynama öğretim yönteminin temel pedagojik yapısını içermeyen geleneksel öğrenme ortamında hazırlanmış kısa aktivitelerdir (Farin, 1997). Dolayısıyla, çok da etkili olmamaktadır.

Rol oynama aktivitelerinin etkili bir şekilde kullanılabilmesi için farklı öğretim yöntemleri önerilmiştir (Chesler and Fox, 1966; Van Ments, 1999; Joyce and Weil, 1992). Bunlar arasında en ayrıntı olanı Fannie ve George Shaftel'in sunduğu öğretim yöntemidir (Joyce and Weil, 1992). Bu yöntem, Burton (1997) tarafından fen eğitimine adapte edilmiştir. Ona göre bu yöntemin olası uygulama konuları, duygular, hisler, tutumlar ve değerlerdir. Yani, Burton rol oynama aktivitelerinin fen bilimlerinin sosyal boyutunda kullanılabileceğini önermiş fakat fen kavramları hakkında imaj oluşturmada nasıl etkili olacağı konusuna değinmemiştir.

Bu çalışmanın amacı, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli doğası hakkında doğru imaj oluşturmalarında rol oynama öğretim yönteminin mi yoksa geleneksel öğretim yönteminin mi daha etkili olduğunu belirlemektir.

Yöntem

Ülkemizde eğitim-öğretim yönetmeliğinin yeni gruplar oluşturulmasına olanak vermemesi nedeniyle çalışmada yarı deneysel ön test-son test kontrol grup deseni uygulanmıştır. Çalışmada veri toplama, veri analizi ve sonuçların tartışılması süreçlerinde ise nitel araştırma metodlarından biri olan içerik analizinden faydalanılmıştır. İçerik analizinde; birbirine benzeyen veriler belirli kavram ve temalar çerçevesinde toplanarak organize edilmiş ve yorumlanmıştır. Bu amaçla cevaplar araştırmacı tarafından okunarak kategorilendirilmiştir. Daha sonra aynı işlem alanında uzman başka bir bilim insanı tarafından tekrar edilmiştir. İki kişinin çıkardığı

kategoriler arasında uyuşum yüzdesi bulunmuştur. Kodlama işlemi bittikten sonra, kodlar temalar altında toplanarak, frekansları hesaplanmış ve yorumlanmıştır.

Örneklem

Çalışmanın örneklemini 2005–2006 öğretim yılında Aksaray ili Güzelyurt ilçesi Gaziemir-Yakacık İlköğretim Okuluna kayıtlı iki farklı sınıftan toplam 46 öğrenci oluşturmuştur. Sınıflardan biri rastgele olarak deney grubu diğeri ise kontrol grubu olarak seçilmiştir. Kontrol grubunda dersler geleneksel öğretim yöntemiyle, deney grubunda rol oynama öğretim yöntemiyle işlenmiştir.

Verilerin Toplanması

Araştırmanın verileri, “Maddenin Tanecikli Doğası Hakkında İmaj Belirleme Testi” kullanılarak toplanmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilen testte bükülme, kesilme ve yanma olayları sırasında maddelerin taneciklerine nelerin olduğunun öğrenciler tarafından nasıl algılandığını belirlemek amacıyla çizim yapmayı gerektiren üç açık uçlu soru yer almaktadır.

Uygulama

Kontrol grubunda dersler öğretmen merkezli geleneksel öğretim yöntemiyle işlenmiştir. Öğretmen tarafından günlük hayattan örnekler verilerek başlanılan derslerde öncelikle kavramlar tanıtılmış, gerekli görülen noktalarda öğrencilerin defterlerine not almaları sağlanmıştır. Öğrencilerin maddenin tanecikli doğasını kavrayabilmesi için deney grubundaki içeriğe uygun olarak tahtaya çizimler yapılmış, bu çizimleri öğrenciler defterlerine geçirmişlerdir. Ders sonunda konu ile ilgili örnekler verilmiş, konunun daha da pekiştirilmesi sağlanmıştır.

Deney grubunda dersler Burton tarafından fen eğitimine adapte edilen ve önceki çalışmamda basamakları ayrıntılı bir şekilde tanımlanan rol oynama öğretim yöntemi ile işlenmiştir. Bu çalışmada deney grubunda toplam 3 rol oynama aktivitesi yapılmıştır. Bu aktivitelerden ilki atom altı taneciklerin öğrenciler tarafından canlandırıldığı atomun yapısı ile ilgili aktivitedir. Bu aktivite toplam iki ders saatinde canlandırılmıştır.

Deney grubunda canlandırılan ikinci aktivite, çekiç ile ezilen metal levhanın atomlarına ne olduğu ile ilgili aktivitedir. Bu aktivitede öğretmen dersin başında çekiçle metal levhayı ezmiş ve öğrencilerden gözlemedikleri olayı canlandırmalarını istemiştir. Öğrenciler gözlemedikleri olayı zihinlerindeki imajları kullanılarak canlandırmaya çalışmışlar, öğretmen gerekli gördüğü yerlerde yönlendirmeler yapmıştır. Ders sonunda bilimsel modellere uygun rol oynama aktivitesi öğrenciler tarafından sergilenmiş ve genellemeler yapılmıştır.

Deney grubunda canlandırılan üçüncü aktivite genişleme olayı ile ilgilidir. Bu aktivitede öğrenciler genişleyen maddelerin atomlarına ne olduğunu canlandırarak keşfetmişlerdir. Rol oynama aktiviteleri toplam dört ders saatinde gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Yorum

Çalışmanın bu bölümünde Bu bölümde deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin imaj belirleme testindeki çizimlerinin incelenmesiyle elde edilen veriler karşılaştırılarak sunulmuştur.

Öğrencilerin Maddenin Tanecikli Doğası Hakkındaki İmajları

İmaj belirleme testinde yer alan bükülme, kesilme ve yanma olaylarında maddelerin taneciklerine neler olduğu ile ilgili açık uçlu sorulara öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenmiş ve öğrenci çizimlerinin dört kategoride toplanabileceğine karar verilmiştir. Bu kategoriler Tablo 1’de tanımlanmıştır.

Tablo 1 incelenecek olursa ilk iki modelin daha çok maddenin makroskobik görünümü ile ilgili olduğu, maddenin mikroskobik doğasını yansıtmadığı görülebilir. Bu yüzden çalışmamızda bu iki modele uygun çizim yapan öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı hakkında doğru imaj oluşturamadığı yorumu yapılmıştır. Tablodaki üçüncü model ise kısmen bilimsel olarak kabul edilebilir düzeydeki bir modeldir. Dolayısıyla çizimlerinde üçüncü ve dördüncü modeli yansıtan öğrencilerin maddenin tanecikli doğası hakkında imaj oluşturdukları yorumu yapılmıştır.

Tablo 1. İçerik analizinde öğrenci çizimlerinin gruplandırılmasında kullanılan kategoriler

Kategori	Kategorinin açıklaması	Örnek çizim
Statik model	Maddenin makroskobik görünümü ile ilgili olarak çizilmiş model	
Parçacık modeli	Maddenin makroskobik görünümünün çizildiği taneciklerin ise geliş güzel karalanarak gösterildiği model	
Kabuk Modeli	Maddenin makroskobik görünümünün ve tanecikli yapısının aynı anda gösterildiği model	
Tanecikli Model	Bilim insanları tarafından kabul edilen maddenin tanecikli modeli	

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulamadan önce ve uygulamadan hemen sonraki çizimlerinin yukarıdaki kategorilere göre dağılımları tespit edilmiş ve sonuçlar Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2 incelendiğinde uygulamalardan önce hem kontrol grubundaki (statik model; %82,6 ve parçacıklar modeli; %8,7) hem de deney grubundaki öğrencilerin (statik model; %69,6) büyük çoğunluğunun maddenin tanecikli doğası hakkında imajlarının olmadığı görülebilir. Bu sonuç aslında çok çarpıcı bir sonuçtur. Çünkü çalışmada yer alan öğrenciler ilköğretim 4. sınıftan itibaren maddelerin atomlardan oluştuğu bilgisini öğrenmişlerdir.

Tablo 2. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Çizimlerinin İçerik Analizlerinin Sonuçları

Kategori	Deney Grubu				Kontrol Grubu			
	Önce		Sonra		Önce		Sonra	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Statik Model	16	%69,6	4	%17,4	19	%82,6	15	%65,2
Parçacıklar Modeli	---	---	---	---	2	%8,7	1	%4,3
Kabul Modeli	4	%17,4	11	%47,8	1	%4,3	3	%13,0
Tanecikli Model	3	%13,0	8	%34,8	1	%4,3	4	%17,4
	23	%100,0	23	%100,0	23	%100,0	23	%100,0

Maddenin tanecikli doğası hakkında öğrencilerin imaj oluşturmalarına rol oynama öğretim yönteminin etkisini belirlemek amacıyla Tablo 2 incelenecek olursa deney grubunda uygulamadan önce kabuk modeli ve tanecikli modele uygun çizim yapan öğrencilerin oranının %30,4'ten uygulama sonrasında %82,6'ya çıktığı görülür. Yani rol oynama öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin %50,2'si maddenin tanecikli yapısı hakkında imaj oluşturabilmişlerdir. Bu oranın geleneksel öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerde %21,8 olduğu düşünülecek olursa rol oynama öğretim yönteminin maddenin tanecikli yapısı hakkında imaj oluşturmada etkili olduğu sonucu çıkartılabilir.

Sonuçlar ve Öneriler

Soyut kimya kavramlarının öğrenilebilmesi için kimyasal gösterimlerin kavranmış olması gerekir. Kimyada gösterimlerin üç seviyesi vardır (Gabel, 1998). Bunlar: makroskobik seviye, mikroskobik seviye ve sembolik seviyedir. Kimyasal gösterimdeki sembolik seviye kimyasal semboller veya formüller gibi atomların, moleküllerin veya bileşiklerin sembolik gösterimine, makroskobik seviye maddenin hal değiştirmesi gibi gözlenebilir olaylara karşılık gelirken mikroskobik seviye doğal olayların veya bileşiklerin özelliklerini açıklamak için kullanılan moleküllerin hareketlerine,

düzenlenmesine ve doğasına karşılık gelir. Dolayısıyla kimya eğitiminde esas olan mikroskobik seviyede uygun bir anlayış geliştirmektir (Hackling and Garnett, 1986).

Kimya eğitimi alanında araştırma yapan pek çok bilim insanına göre mikroskobik seviyede uygun bir anlayış geliştirmenin yolu mikroskobik gösterimleri somutlaştırarak hayalde canlandırılmasını sağlamaktır. Bu bağlamda bu çalışmada da ortaya konulduğu gibi rol oynama öğretim yöntemi, iyi bir öğretim yöntemidir. Öğrenciler, atom, iyon, molekül gibi tanecikleri canlandırırken bunları somutlaştırmakta, onları gözle görülebilir, duyu organları ile hissedilebilir hale getirmekte, kavramlar hakkında imaj oluşturabilmektedir (Taylor, 1987).

Aubusson ve arkadaşlarına göre rol oynamanın en önemli avantajı öğrencilerin mevcut zihinsel modellerine ilgisini çekerek, onların zihinsel modellerini yaratmalarına ve geliştirmelerine yardımcı olmada yatmaktadır (Aubusson et al., 1997). Yani onlara göre rol oynama öğretim yöntemi imaj oluşturmada çok etkilidir. Bu durum yapılan çalışmada da deneysel olarak ortaya konulmuştur. Rol oynama öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin %50'den fazlası maddenin tanecikli doğası hakkında imaj oluşturabilmişlerdir.

Çalışmanın bulgularından çıkartılabilecek diğer bir sonuç, maddenin tanecikli doğası hakkında imaj oluşturulmasında rol oynama öğretim yönteminin geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olmasıdır. Bu sonuç, pek çok fen eğitimcisine göre beklenen bir sonuçtur. Çünkü geleneksel öğretim yöntemleriyle öğrenim gören öğrenciler derse aktif olarak katılmamaktadır. Dolayısıyla öğrenciler maddenin tanecikli yapısı hakkında bilgileri okusalar veya modelleri inceleseler dahi bilgileri yapılandıramamaktadır. Bu yüzden de kavramlar hakkında imaj oluşturamamaktadır.

Öneriler

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında müfredat yapıcılar, kitap yazarları ve araştırmacılar için aşağıdaki öneriler yapılabilir.

- Müfredat yapıcılar öğretim programlarında maddenin tanecikli doğası ile ilgili konuların rol oynama öğretim yöntemi ile işlenmesi gerektiğini belirtebilir.

- Kitap yazarları, kitaplarda maddenin tanecikli doğası ile ilgili konuların rol oynama aktiviteleri işlenmesini sağlayabilir. Bunun için kitaplara iyi planlanmış rol oynama aktiviteleri yazabilirler.
- Araştırmacılar maddenin tanecikli doğası hakkında imaj oluşturmada rol oynama aktivitesinin etkisini bilgisayar destekli öğretim yöntemi gibi geleneksel öğretim yöntemlerine göre daha görsel diğer yöntemlerle karşılaştırarak araştırabilirler. Farklı yaş gruplarındaki öğrencilerde maddenin tanecikli doğası hakkında imaj oluşturmada rol oynama öğretiminin nasıl etkili olduğu incelenebilir. Geleneksel öğretim yöntemleriyle imaj oluşturmada zor olduğu kavramlar belirlenip bu kavramlar hakkında imaj oluşturmada rol oynama öğretim yönteminin etkisi araştırılabilir.

Kaynaklar

- Abraham, M.R., Grzybowski, E.B., Renner, J.W. and Marek, E.A. (1992). "Understanding and Misunderstandings of Eighth Graders of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks", *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 105-120.
- Abraham, M.R., Williamson, V.M. and Westbrook, S.L., (1994) "A cross-age study of understanding of five chemistry concepts", *J. Res. In Sci. Teach.*, 31: 147-165.
- Atasoy, B. (2004). "Fen Öğrenimi ve Öğretimi", *Asil Yayın Dağıtım*, Ankara, 23-24 64-69.
- Aubusson, P., Fogwill, S., Barr, R. and Perkovic, L., (1997) "What happens when students do simulation-role-play in Science?", *Research in Science Education*, 27 (5): 565-580.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B and Silberstein, J., (1988) "Students' visualization of a chemical reaction", *Education in Chemistry*, 117-120.
- Ben-Zwi, R., Eylon, B. ve Silberstein, J., (1986) "Is an Atom of copper Malleable?", *J. Chem. Educ.*, 63: 64-66.
- Black, M., (1979) "Can pupils use taught analogies for electric current?", *School science review*, 69: 249-254.

- Burton, L.D., (1997) "Hitting the issues head on: using role play in science education", Paper presented at the annual meeting of the national science teachers association, New Orleans, (ERIC Document Reproduction Service No: ED 411 162),.
- Chesler, M. and Fox, R. (1966) "Role-Playing Methods in the Classroom", Science Research Associates, Chicago,.
- Davidson, R.D., (1976) "The role of metaphor and analogy in learning", *Cognitive Learning in Children: Theories and Strategies*, Levin, J.R. and Allen, V.L., Academic Press, New York, 135-162.
- Del Pozo, R.M. (2001). "Prospective Teachers' Ideas About The Relationships Between Concepts Describing The Composition of Matter", *International Journal of Research in Science Education*, 23 (4), 353-371.
- Dreistadt, R., (1969) "The use of analogies and incubation in obtaining insight in creative problem solving", *The journal of psychology*, 71: 159-175.
- Duit, R., (1991) "On the role of analogies and metaphors in learning science", *Science Education*, 75 (6): 649-672.
- Ebenezer, J.V. and Erickson, G.L., (1996) "Chemistry students' conceptions of solubility: a phenomenography", *Science Education*, 80 (2): 181-201.
- Ebenezer, J.V., (2001) "A hypermedia environment to explore and negotiate students' conceptions: animation of the solution Process of table salt", *Journal of Science Education and Technology*, 10 (1): 73-92.
- Farin, S., (1997) "Acting atoms", *Science Scope*, 21 (3): 46-48.
- Gabel, D.L. (1993). "Use of The Particle Nature of Matter in Developing Conceptual Understanding", *Journal of Chemical Education*, 70 (3), 193-194.
- Gabel, D.L., (1998) "The complexity of chemistry and implications for teaching", *International Handbook of Science Education*, 1, Fraser, B.J. and Tobin K., Kluwer Academic Publisher, Great Britain, 233-248.
- Gabel, D.L., Samuel, K.V. and Hunn, D. (1987) "Understanding the particulate nature of matter", *J. Chem. Edu.*, 64: 695-697.
- Griffiths, A.K. and Preston, K.R. (1992). "Grade-12 Students' Misconceptions Relating to Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules", *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (6), 611-628.
- Hackling, M. W. and Garnett, P. J., (1986) "Chemical Equilibrium: Learning Difficulties and teaching strategies", *The Australian Science Teacher Journal*, 31 (4): 8-13.

- Harrison, A.G. and Treagust, D.F. (1996). "Secondary Students' Mental Models of Atoms and Molecules: Implications for Teaching Chemistry", *Science Education*, 80 (5), 509-534.
- Joyce, B., and Weil, M., (1992) "Models of Teaching", Allyn and Bacon, Boston, 89-108.
- Kadayıfçı, H. (2001). "Lise-3 Sınıftaki Öğrencilerin Kimyasal Bağlar Konusundaki Yanlış Kavramların Belirlenmesi ve Yapılandırıcı Yaklaşımın Yanlış Kavramaların Giderilmesi Üzerine Etkisi", Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Lawson, A.E., (1993) "The importance of analogy: a prelude to the special issue", *J. Res. Sci. Teach.*, 30 (10): 1213-1214.
- McSharry, G. and Jones, S., (2000) "Role-play in science teaching and learning", *School Science Review*, 82 (298): 73-81.
- Nakhleh, M.B. and Samarapungavan, A. (1999). "Elementary School Childrens' Beliefs About Matter", *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (7), 777-805.
- Paivio, A., "The mind's eye in arts and science", *Poetics*, 12 (1): 1-18. (1983).
- Renström, L., Anderson, B., and Marton, F. (1990). "Students' conception of matter", *Journal of Chemical Psychology*, 82 (3): 555-559.
- Resnick, M. and Wilensky, U., (1998) "Diving into complexity: developing probabilistic decentralized thinking through role-playing activities", *Journal of Learning Science*, 7(2): 153-175.
- Royer, J.M., and Cable, G.W., (1976) "Illustrations, analogies and facilitative transfer in prose learning", *The journal of psychology*, 68: 205-209.
- Shapiro, M. A., (1985) "Analogies, visualization and mental processing of science stories" Paper presented to the Information Systems Division of the International Communication Association, Honolulu,.
- Solomon, J., Duveen, J., Scott, L. and McCharty, S., (1992) "Teaching about the nature of science through history: Action research in the classroom", *J. Res. Sci. Teach.*, 29: 409-421.
- Taylor, C.A., (1987) "Science Education and Information Transfer", Pergamon, Oxford,.
- Treagust, D. F., Duit, R., Lindaurer, I. and Joslin, P., (1992) "Science teachers' use of analogies: observations from classroom practice", *International Journal of Science Education*, 14: 413-422.
- Treagust, D., Duit, R. and Nieswandt, M., (2000) "Sources of students' difficulties in learning chemistry", *Educación Química*, 11 (2): 228-235.

- Tsai, C.C. (2001). "Probing Students' Cognitive Structures in Science: The Use of a Flow Map Method Coupled With a Meta-Listening Technique", *Studies in Educational Evaluation*, 27, 257-268.
- Ünal, R. ve Zollman, D. (1997). "Students' Description of an Atom: A Phenomenographic Analysis", Department of Physics Kansas State University.
- Van Ments, (1999) "The Effective Use of Role-Play: Practical Techniques for Improving Learning, 2nd Ed", Kogan Page, London,.
- Webb, M. J., (1985) "Analogies and their limitations", *School Science and Mathematics*, 85: 645-650.
- Weller, C. M., (1970) "The role of analogy in teaching science", *J. Res. Sci. Teach.*, 7: 113-119.
- Yeğnidemir, D. (2000). "Temel eğitim 8. Sınıf Öğrencilerinde Madde ve Maddenin Tanecikli-Boşluklu-Hareketli Yapısı ile ilgili Yanlış Kavramaların Tespiti ve Giderilmesi", Gazi Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.