

İşbirlikli Öğrenmenin İki Farklı Tekniğinin Öğrencilerin Kimyasal Denge Konusundaki Akademik Başarılarına Etkisi

Effects of Two Different Cooperative Learning Technique on Students' Academic Achievement of Chemical Equilibrium Topics

Ümit ŞİMŞEK*, Kemal DOYMUŞ*, Alev DOĞAN ve Ataman KARAÇÖP***

**Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, ERZURUM kdoymus@atauni.edu.tr*

***Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, ANKARA.*

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; işbirlikli öğrenme tekniklerinden jigsaw, birlikte öğrenme ve geleneksel öğretim yönteminin üniversite birinci sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki akademik başarılarının etkisini tespit etmektir. Bu çalışmanın örnekleme, Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı birinci sınıflarının farklı şubelerinde okumakta olan toplam 116 öğrenciden oluşmaktadır. Veri toplama aracı olarak Mantıksal Düşünme

Testi, Kimyasal Denge Başarı Testi ve Kimyasal Denge Maddenin Tanecikli Yapısı Testi kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiksel analizi yapıldı. Elde edilen sonuçlara göre Jigsaw ve Birlikte Öğrenme tekniğinin Geleneksel yöntemle göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *İşbirlikli Öğrenme Yöntemi, Jigsaw Tekniği, Birlikte Öğrenme Tekniği, Akademik Başarı, Kimyasal Denge.*

ABSTRACT

The aim of research is to determine the effects of Traditional Teaching Method with Jigsaw and Learning Together techniques which used in the implementation of cooperative learning method, on the academic achievements of the first year university students, participating in the teaching of chemical equilibrium unit. The sample of this study composed of 116 first year university students at different classes of the Department of Science Education. As the data collection instruments, Thinking of Logical Test (TOLT), Chemical Equilibrium Achievement Test (ceAT), Chemical Equilibrium Particulate Nature of Matter Evaluation Test (cePNMET), were used. Statistical analysis of the data obtained from research done. According to the results, obtained from the analyses, was determined more successful of the Jigsaw and Learning Together techniques than Traditional method.

Keywords: *Cooperative Learning Method, the Jigsaw Technique, Learning Together Technique, Academic Achievement, Chemical Equilibrium.*

SUMMARY

Purpose of the Study

The aim of this study is to determine the effect of Jigsaw and Learning Together techniques, in the cooperative learning method, on the academic achievements of the first year university students attending the classes in which the unit chemical equilibrium and these students' understanding of the particulate nature of matter of this unit.

Methodology

The Sample

The sample of this study consists of 116 first year university students at different classes of the Department of Science Education at The Faculty of Education. One of the classes was selected as the Jigsaw Group (JG) (n=40), in which the Jigsaw technique was applied, the second was selected as the Learning Together Group (LTG) (n= 46), in which the learning together technique was applied, and the third served as the Control Group (CG)(n=30), in which the traditional teaching method was applied.

Procedure

Three dependent variables were measured: academic achievements, understanding of the particulate nature of matter, and students of varying reasoning abilities. Understanding of the academic achievement was determined by a *Chemical Equilibrium Achievement Test (ceAT)*, and understanding of the particulate nature of matter was determined by a Chemical Equilibrium Particulate Nature of Matter in Evaluation Test (cePNMET), and students of varying reasoning abilities was determined by Test of Logical Thinking (TOLT). Chemical Equilibrium topics were

taught by the first author to the treatment groups four hours per week for five weeks. ceAT and cePNMET were applied to the treatment groups at the end of the study.

Finds and Discussions

One-way analyses of covariance (ANCOVA) tests were used to analyze differences among the JG, LTG, and CG with reasoning ability (TOLT) as a covariant. ANCOVA tests were formed for the ceAT, and ANOVA were used for the cePNMET. Furthermore, descriptive statistics related to total mean scores of TOLT, ceAT, and PNMET were analyzed for the groups. According to the results of analyses was determined more successful of the Jigsaw and Learning Together techniques than Traditional teaching method. In addition, according to findings from cePNMET, it was seen that the students from the groups in which the Jigsaw and Learning Together Techniques were used were more successful in the dimension of correct understanding of the particulate nature of matter.

Conclusion

This study demonstrated that cooperative learning method in small groups also helped students understand the subject topic of the chemical equilibrium and develop cognitive models. In addition, traditional teaching method based on teacher presentation was not found to be as effective as the Jigsaw and Learning Together techniques in students' learning the chemical equilibrium. Consequently, when correct and suitable learning methods are used, we think that it is more likely that the correct understanding of the particulate nature of matter will be improved.

GİRİŞ

Kimya eğitimi fen bilimleri eğitiminde yer alan diğer disiplinler ile yakın bir ilişki ve bağlantı içinde olduğundan ayrı bir öneme sahiptir. Kimya eğitimi öncelikle ilköğretimde fen bilgisi derslerinin konuları içinde başlayıp daha sonra da ortaöğretimde kimya dersleri olarak, üniversitelerde ise kendi alt disiplinlerine kadar ayrılan bir eğitim süreci şeklinde devam etmektedir. Kimya eğitiminde üniversite seviyesi, bilimselliğin bilinçli bir şekilde kazanılabileceği son aşamalardan biri olduğu için, üniversitelerde verilen kimya dersinin öğretme sürecinin nitelikli olması ve anlaşılabilir olması ayrı bir önem teşkil etmektedir. Kimya; kimya eğitimciler, araştırmacılar ve kimya öğretmenleri tarafından zor bir bilim olarak görülmektedir (Ben-Zvi *et al.*, 1987; Tseitlin and Galili, 2006; Nakiboğlu ve Kalın, 2009). Kimyayı öğrenmeyi zor kılan durum, birçok kimyasal kavramın soyut doğasından ve kimyada kullanılan semboller ile eşitliklere kadar olan çeşitlilikten kaynaklanmaktadır (Doymuş, 2007; Gabel, 1999). Buna paralel olarak kimya eğitimcileri ve araştırmacıları tarafından yapılan birçok araştırmanın sonucunda kimyada yer alan birçok konunun öğretilmesinde güçlük çekildiği ve öğretim süreçleri sonunda öğrencilerde yanlış anlamaların olduğu, kavram yanılgılarının ve tam olmayan öğrenmelerin gerçekleştiği belirtilmiştir (Tan and Treagust, 1999; Piquette and Heikkinen, 2005; Doymuş ve Şimşek, 2007). Bu konular arasında termodinamik, kimyasal enerji, asitler ve bazlar, polimerler, proteinler, karbonlu bileşikler gibi birçok kimya konusu yer almakta ve bu konuları anlamada temel olan alt başlıklar ise; kimyasal bağlar (Nahum *et al.*, 2007); kimyasal reaksiyonlar (Boo and Watson, 2001), kimyasal denge (Gussarsky and Gorodetsky, 1988; Doymuş, 2007), maddenin tanecikli yapısı (Ayas ve Özmen, 2002; Boz, 2006; Liu, 2006), fiziksel ve kimyasal değişim (Abraham *et al.*, 1994; Ayas and Demirbas, 1997), çözünürlük ve çözeltilerdir (Haidar and Abraham, 1991; Kokkotas and Vlachos, 1998; Saribas and Köseoglu, 2006). Kimyanın bu alt başlıklarında çeşitli öğrenme zorlukları yaşayan öğrencilerin ileriki öğrenme yaşantılarında ciddi problemler ile karşılaşacakları göz ardı edilmemelidir. Yapılan birçok araştırma, öğrencilerin kimyayı öğrenirken yaşadığı bu öğrenme problemlerinin kaynağını öğretmen tarafından sunulan ‘geleneksel ders temelli

yaklaşımlar' olarak göstermektedir (Birk and Kurtz, 1999; Anderson *et al.*, 2005; Tien *et al.*, 2007). Ayrıca kimyanın derinlemesine öğrenilip öğrenilmediğinin bir göstergesi olan tanecik veya mikroskobik olarak adlandırılan moleküler düzeydeki olayları geleneksel yöntemlerle anlamada öğrencilerin zorluk çektikleri yapılan araştırmalar ile ifade edilmektedir (Nakhleh, 1992; Raviolo, 2001; Tien *et al.*, 2007). Kimya dersinde kimyasal denge konusu ise moleküler düzeyde anlamaların öğrenciler tarafından yanlış olarak anlaşıldığı konuların başında gelmektedir (Haidar and Abraham, 1991; Kokkotas and Vlachos, 1998; Voska and Heikkinen, 2000; Ebenezer and Fraser, 2001; Sisovic and Bojovic, 2001; Chiu *et al.*, 2002; Harrison and Jong, 2005; Piquette and Heikkinen, 2005). Bundan dolayı kimya eğitiminde kullanılacak öğretim yöntem ve teknikleri oldukça önemli bir yere sahiptir. Günümüz eğitim sistemlerinin ilgi odağını, öğretmenin rehber olduğu öğrenci merkezli aktif öğrenme süreci oluşturur. Son yıllarda, kimya eğitiminde en fazla “kavramsal değişim modeli, somut model kullanmak, öğrenim aracı olarak teknolojiyi kullanma, projeye dayalı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, işbirlikli öğrenme ve sorgulamaya dayalı öğrenme” gibi aktif öğrenme yöntemleri benimsenmiştir (Wu *et al.*, 2001; Colburn, 2004; Cuevas *et al.*, 2005).

Kimya eğitimindeki öğrenme zorluklarını gideren ve öğrencilere daha iyi öğrenme ortamları sağlayan en etkili yöntemlerden biri işbirlikli öğrenmedir. Bu yöntem, en sade haliyle öğretmen merkezli olmaktan ziyade öğrenci merkezli olup, aktif rolü öğrencinin üstlendiği ve öğrencilerin küçük karma gruplarda birbirlerinin öğrenmelerine yardım ederek birlikte çalıştıkları öğrenme yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Doymus *et al.*, 2009).

Günümüze kadar üzerinde en çok araştırma yapılan ve diğer işbirlikli öğrenme tekniklerine kıyasla daha yaygın olarak kullanılan teknikler arasında Jigsaw ve Birlikte Öğrenme tekniğinin olduğu görülmektedir (Hedeem, 2003; Doymus *et al.*, 2009).

Jigsaw tekniği ilk olarak 1978'de Eliot Aronson tarafından geliştirilmiştir (Hedeem 2003). Birleştirme tekniği olarak da bilinen bu teknik diğer işbirlikli öğrenme

uygulamalarına benzerdir. Jigsaw tekniğinin uygulama süreçlerinde Giriş (Introduction) ; bu aşamada araştırmacı ilk olarak sınıfı grupların heterojen olmasına dikkat ederek asıl gruplara ayırır. Sonra öğrencilerin çalışacakları materyali, ünite başlığını ya da üniteyi öğrencilere tanıtır ve öğrencilerin çalışacakları materyali nasıl başaracaklarını, ne yapacaklarını ve çalışmalarını nasıl devam ettireceklerini anlamalarına yardımcı olur. Uzman Araştırması (Focused Exploration);bu aşamada araştırmacı asıl gruplarında materyalin ya da ilgili çalışma ünitesinin aynı parçasını alan öğrencileri bir gruba toplayarak uzman gruplar dediğimiz yeni gruplar oluşturur. Rapor Hazırlama ve Yeniden Biçimlendirme (Reporting and Reshaping); bu aşamada ise uzman gruplardaki öğrenciler asıl gruplarına dönerler ve uzman gruplarında araştırmalarını yapıp çalıştıkları konu başlıklarını diğer arkadaşlarına öğretmeye çalışırlar. Tamamlama ve Değerlendirme (Integration and Evaluation); son aşamada araştırmacı öğrencilerin öğrenmelerini bütünleştirmek için bireysel, küçük grup ya da tüm sınıfın katıldığı bir aktivite tasarlayabildiği dört ana aşama vardır. Teknik uygulanırken bu aşamaların her birinde yapılması gereken davranışlar yapıp bir sonraki aşamaya geçilerek uygulamalar tamamlanmaktadır. Aronson'dan sonra Jigsaw tekniği üzerinde çalışan eğitim araştırmacıları bu teknikteki esnek uygulamalardan yola çıkarak Jigsaw tekniğinde yeni düzenlemelere ve geliştirmelere başvurmuşlardır. Daha sonra araştırmacıların orijinal jigsaw üzerine katkılarıyla jigsaw teknikleri çeşitlilik kazanmaya başlamıştır. Literatürde jigsaw II, III, IV, ters jigsaw ve konu jigsawı gibi jigsaw teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır(Hedeen, 2003; Doymus, 2008). Türkiye'de ise bazı çalışmalarda jigsaw tekniği birleştirme tekniği olarak ifade edilmektedir. Jigsaw tekniklerinin temeli aynıdır, ancak uygulamalarda bazı farklılıklar olmaktadır Birlikte öğrenme tekniği Johnson ve Johnson tarafından geliştirilmiştir (Johnson *et al.*, 1998). İlk hâli ile en önemli özelliği; grup amacının olması, düşünce ve malzemelerin paylaşılması, iş bölümü ve grup ödülüdür. İlk uygulamaları sırasında, öğrencilerin, bir tek ürün ortaya koymak için grup hâlinde çalışmaları, düşüncelerini ve malzemelerini paylaşmaları, sorularını öğretmenden önce birbirine sormaları, grup kazanımlarının ödüllendirilmesi gibi etkinlikler yürütülmüştür. İşbirlikli öğrenme yönteminin en bilinen hâli olan bu teknik ilk önce amaçların belirlenmesi, amaca

yönelik grupların oluşturulması ve işbirlikli çerçevede çalışmaların yürütülmesini kapsamaktadır. Öğrenciler iki ya da altı kişilik gruplarda kendilerine verilen çalışma konuları ya da çalışma yaprakları üzerinde birlikte çalışırlar. Grup üyeleri, grup konularının ve ödevinin amaçları doğrultusunda ne yapacaklarını ve nasıl çalışacaklarını birlikte kararlaştırırlar. Sonuçta ortak bir çalışma ortaya koyarlar. Öğrenciler, grup içindeki başarılarına ve bireysel çalışmalarına göre ödüllendirilirler. Aşağıda birlikte öğrenme tekniğinin son şekli ile uygulanması sırasında yer alması gereken aşamalar (Johnson *et al.*, 1994; Sharan, 1999; Açıköz, 2003) açıklanmaktadır.

Araştırmanın amacı; kimyasal denge konusu öğretimi sürecine katılan üniversite birinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve konuların tanecikli yapıda öğrenilmesi üzerine işbirlikli öğrenme yönteminin uygulanmasında kullanılan Jigsaw ve Birlikte Öğrenme tekniği ile geleneksel öğrenme yönteminin etkisini tespit etmeye yöneliktir.

YÖNTEM

Model

Bu çalışmada işbirlikli öğrenme yönteminin uygulanmasında kullanılan Jigsaw ve Birlikte Öğrenme teknikleri ile Geleneksel Öğrenme Yönteminin genel kimya dersinde yer alan kimyasal denge ünitesinin öğretimi sürecindeki etkinliğinin belirlenmesi amacıyla deneysel araştırma modelleri içerisinde en çok kullanılan “eşit olmayan kontrol grubu deseni” esas alınmıştır (McMillan and Schumacher, 2006).

Örneklem

Bu çalışmanın örnekleme, eğitim fakültesinin Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı birinci sınıfının üç farklı şubesinde okumakta olan toplam 116 öğrenciden oluşmaktadır. Bu

şubelerden birincisi Jigsaw tekniğinin uygulandığı Jigsaw Grubu (JG) (n=40) ikincisi Birlikte Öğrenme tekniğinin uygulandığı Birlikte Öğrenme Grubu (BÖG) (n=46) ve üçüncüsü Geleneksel Öğretim yönteminin uygulandığı Kontrol Grubu (KG) (n=30) olarak belirlenmiştir.

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada; Mantıksal Düşünme Testi (MDT), Kimyasal Denge Başarı Testi (kdBT), Kimyasal Denge Maddenin Tanecikli Yapısı Testi (kdMTYT), kullanılmıştır.

Mantıksal Düşünme Testi (MDT)

MDT, araştırma kapsamındaki öğrencilerin bilişsel yeteneklerinde olabilecek farklılıkları tespit etmek ve eğer fark varsa bu dışsal etkinin, öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde etkili olabileceğinden hareketle kontrol altına alınması amacıyla kullanılmıştır. MDT; değişken kontrolü, oransal düşünme, olasılıklı düşünme ve ilişkisel düşünme olarak dört alt boyutu kapsamaktadır. MDT bu alt boyutları içine alan 5 seçenekli 8 çoktan seçmeli sorudan oluşmuştur. MDT, Williamson (1992) tarafından aynı amaca yönelik kullanılan Tobin ve Capie (1981)'nin mantıksal düşünme testinden (Test of Logical Thinking) yararlanılarak hazırlanmıştır. MDT ile incelenecek olan değişken kontrolü, oransal düşünme, olasılıklı düşünme ve ilişkisel düşünme arasında güçlü bir ilişki ile yapı geçerliliği belirlenmiş ve testin güvenilirliği Cronbach's Alpha 0,80 olarak ifade edilmiştir (Williamson, 1992). Araştırmada kullanılan MDT, araştırmacı tarafından Türkçeye çevrilmiştir. Testteki soruların ifade ve anlam bakımından Türkçeye uygunluğu Türkçe Öğretmenliği Bölümünde görevli iki öğretim üyesi tarafından incelenmiş ve önerilen düzenlemeler yapılarak anlam ve yapı bakımından Türkçe dil bilgisine uyumu sağlanmıştır. Adaptasyon çalışması yapılan testin İngilizce aslına uygunluğu Yabancı Diller bölümünde görev yapan iki öğretim elemanı tarafından incelenmiş ve gerekli görülen düzenlemeler yapılarak teste son hali verilmiştir. MDT değerlendirilirken doğru cevaplar 1 ve yanlış cevaplar 0 puan olarak alınmıştır.

Kimyasal Denge Başarı Testi (kdBT)

Kimyasal denge ünitesinde öğrencilerin akademik kazanımlarını belirleyebilmek amacıyla düzenlenen ve kdBT'yi oluşturan sorular, kimyasal denge ünitesini içine alan beş alt konu başlığından hazırlanmıştır. Bu alt konular; (a) kimyasal denge ve denge sabiti kavramı (b) denge sabiti ifadesinin yazılması (c) denge sabiti bize ne ifade eder, (d) Le chatelier prensibi, konsantrasyonda, hacimde ve basınçta değişim ve (e) sıcaklık değişimi, katalizör etkisi, dengenin yönüne etki eden faktörlerin özetini içermektedir. Bu konu başlıkları ile ilgili her biri beş çoktan seçmeli olmak üzere toplam 25 sorudan oluşan kimyasal denge ünitesinde öğrencilerin kazanması gereken davranışları kazanıp kazanmadığını tespit etmek için aynı kazanımları farklı formlarda yoklayan soru tiplerine de yer verilerek kdBT hazırlanmıştır. Bu test için hazırlanan sorular kimya bölümünde kimyasal denge üzerine araştırmalar yapan üç öğretim elemanı tarafından gözden geçirilerek, gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Daha sonra, kdBT'nin güvenilirliğini tespit etmek için, hazırlanan sorular araştırmaya katılmayan fakat kimyasal denge ünitesini görmüş olan Kimya Öğretmenliği Eğitimi Ana Bilim Dalı 4. sınıflarında öğrenim gören öğrencilerin bir şubesine uygulanmış ve uygulama sonucunda testin güvenilirliği 0,73 (Cronbach Alpha) olarak bulunmuştur.

Kimyasal Denge Maddenin Tanecikli Yapısı Testi (kdMTYT)

Bu testi oluşturan sorular öğrencilerin kimyasal denge ünitesindeki kavramsal anlamalarını ve denge reaksiyonlarında gerçekleşen olayların tanecikli düzeyde anlaşılıp anlaşılmadığını belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Hazırlanan kdMTYT kimyasal denge ünitesi işleniş süresince öğrencilerin kazanması gereken kavramları ve bilgileri tanecikli yapıda şekiller ve çizimler yaparak göstermeleri, yaptıkları çizimlerin sebeplerini açıklamaları için düzenlenmiştir. Bu testteki sorular Huddle (1998) tarafından kimyasal dengedeki Le chatelier prensipleri üzerine maddenin tanecikli yapısını içeren 3 soru ve bu sorulara paralel olarak araştırmacı tarafından uyarlanan 5 soru ile toplam 8 sorudan oluşmaktadır. Öğrencilerin bilimsel olarak doğru açıklamalar

ve doğru çizimler yaparak kdMTYT'deki sorulara verdikleri cevaplar Bilimsel Doğru Anlamalar (BDA) olarak; yanlış açıklamalar, alternatif kavramlar, yanlış kavramlar ve yanlış çizimler yaparak verdikleri cevaplar Kavramsal Yanlış Anlamalar (KYA) olarak kabul edilmiştir. Değerlendirme sürecinde kullanılan bu ölçek Huddle (1998), Williamson (1992), Gabel *et al.* (1987) tarafından kullanılan ölçekle benzerdir. İstatistiksel analiz için 8 soru içeren kdMTYT' ye öğrencilerin verdikleri cevaplardan BDA'ya 1 ve KYA'ya 1 puanları verilerek bir öğrencinin testten alacağı toplam BDA ve KYA puanları belirlenmiştir.

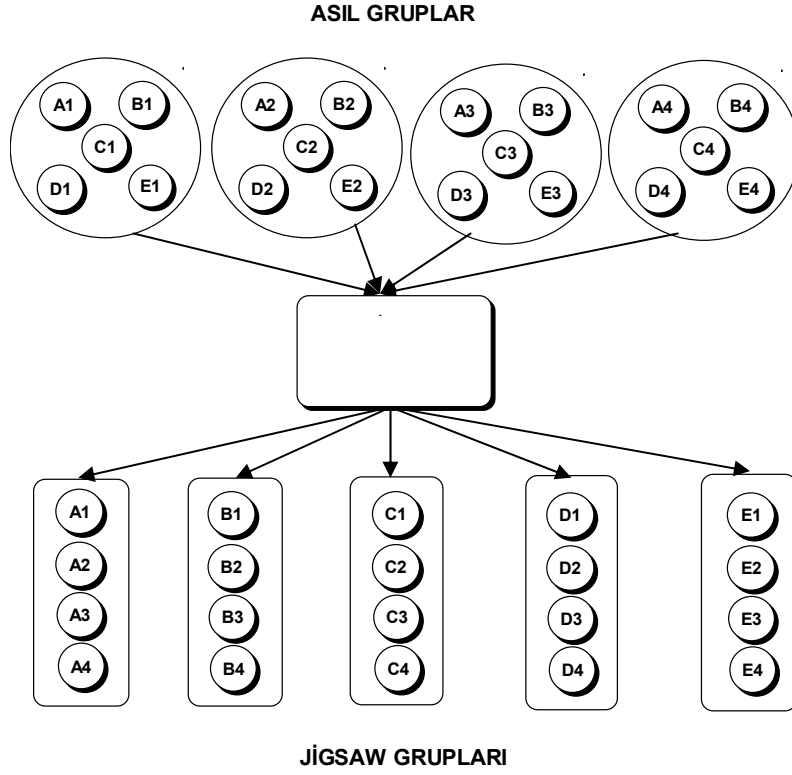
Uygulama

Bu bölümde araştırma kapsamında yer alan işbirlikli öğrenme yönteminde kullanılan Jigsaw tekniğinin, Birlikte Öğrenme tekniğinin ve Geleneksel Öğretim yönteminin kimyasal denge ünitesinin işleniş sürecindeki uygulamaları yer almaktadır.

Araştırmaya katılan öğrencilerin kimyasal denge ünitesindeki akademik başarı seviyelerini belirlemek için kdBT, ve öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini tespit etmek için MDT çalışmadan önce tüm gruplara ön test olarak uygulandı. Daha sonra kimyasal denge ünitesi, haftada dört ders saati olmak üzere 5 hafta süreyle tüm gruplarda araştırmacı tarafından işlendi. Ünitenin uygulama süreçleri bittikten sonra kdBT ve kdMTYT çalışma kapsamındaki tüm gruplara son test olarak uygulandı.

Jigsaw tekniğinin uygulandığı 40 öğrenciden oluşan sınıf ilk olarak ikiye bölündü. Sınıfın ikiye bölünmesinden sonra 20 öğrenciden oluşan birinci kısmı Şekil 1 de gösterildiği biçimde önce her biri beş öğrenciden oluşmak üzere grupların heterojen olmasına dikkat edilerek dört asıl gruba ayrıldı ve her grubun kendi aralarında bir grup başkanı belirlemeleri sağlandı. İkinci kısımdaki öğrencilerin uygulanması birinci kısımdaki öğrencilerin uygulanmasına paralel yürütüldü.

Daha sonra kimyasal denge ünitesindeki beş konu başlığı grup başkanları tarafından her bir öğrenciye bir alt konuyu araştırması, öğrenmesi ve grup arkadaşlarına öğretebilmesi amacı ile dağıtıldı. Çalışma, Şekil 1’de gösterildiği gibi asıl gruplardan Jigsaw grupları oluşturuldu. Asıl gruplardan Jigsaw gruplarına gelen; A1, A2, A3 ve A4 öğrencileri kimyasal denge ünitesindeki birinci alt konu başlığı (kimyasal denge ve denge sabiti kavramı; B1, B2, B3 ve B4 öğrencileri ikinci alt konu başlığı (denge sabiti ifadesinin yazılması) ile ilgili konularını; C1, C2, C3 ve C4 öğrencileri üçüncü alt konu başlığı (denge sabiti bize ne ifade eder) ile ilgili konuları; D1, D2, D3 ve D4 öğrencileri dördüncü alt konu başlığı (Le- chatelier prensibi, konsantrasyonda, hacimde ve basınçta değişimi) ile ilgili konuları ve E1, E2, E3 ve E4 öğrencileri beşinci alt konu başlığı (sıcaklık değişimi, katalizör etkisi, dengenin yönüne etki eden faktörlerin özetini içermektedir) ile ilgili alt konularını araştırdılar.



Şekil 1. Jigsaw Tekniğinin Uygulandığı Sınıfta Asıl Gruplar ve Jigsaw Gruplarının Oluşturulması (Kutucuk İçindeki Harfler Öğrencileri Göstermektedir)

Konu araştırmasını tamamlayan öğrenciler sınıf içerisinde dört saatlik ders süresince tartışarak, fikir alışverişinde bulunarak, uzmanlık konularını birbirlerine öğreterek ve asıl gruplarına gittiklerinde arkadaşlarına öğretecekleri konu başlığına ilişkin bir rapor hazırlamaları sağlanarak çalışmalarını tamamladılar. Öğrencilerin hazırladıkları bu raporlara göre ilgili konularda uzman olduğuna karar verildi. Bu süreçte Jigsaw grubundaki öğrenciler asıl gruplarına döndüler ve çalışmanın üçüncü haftasında dört saatlik dersler süresince asıl gruplarında kendi alt konularını grup arkadaşlarına anlattılar. Daha sonra çalışmanın son iki haftasında sekiz saatlik ders sürelerinde bütün

asıl gruplar sınıf içerisinde iki ders saati süresince grup sunumlarını yaparak çalışmalarını tamamladılar. Diğer kısım da aynı şekilde uygulamalarını tamamladılar.

Birlikte Öğrenme tekniğinin uygulanması aşamasında üniteye yer alan konular beş alt konu başlığına ayrıldı ve bu alt başlıklar çerçevesinde öğrenciler her biri beş öğrenciden oluşmak üzere grupların heterojen olmasına dikkat edilerek sınıf bir grubu 6, sekiz grubu ise 5 öğrenciden oluşan dokuz gruba ayrıldı. Sonra grup elemanlarının kendilerine bir grup başkanı seçmesi sağlandı, grup isimlerinin belirlenmesi yapıldı ve gruplara çalışmalarında başarılı olabilmeleri için ortak amaçlarının ne olduğu açıklanarak grup üyeleri arasında pozitif bir bağlılık yaratıldı. İlk iki hafta süresince her gruptaki bir öğrencinin ilgili ünitenin bir alt başlığını alması ve bu alt başlığı araştırarak öğrenip kendi grup arkadaşlarına öğretmesi faaliyetleri araştırmacının kontrolünde yürütüldü. Bu esnada araştırmacı, gruptaki öğrencilerin araştırma yaptıkları alt konu başlıklarını rapor haline getirmelerini istedi ve bu raporları öğrenciler grup arkadaşlarına sunular yaparken inceleyerek aksaklıklara müdahale etti. Tüm grup elemanları gruptaki diğer arkadaşlarına konularını anlattıktan ve öğrettikten sonra üçüncü haftada grup içi çalışmalarını tamamlamaları ve grup sunumlarını yapmaları için hazırlanmaları istendi. Daha sonra çalışmanın son iki haftasında her gurubun ilgili üniteyi sınıf ortamında iki saatlik zaman zarfında sunmaları ve tartışmaları sağlandı. Sınıftaki tüm grupların sunularını yapması ile çalışma tamamlanmış oldu.

Geleneksel öğretim yönteminde ise araştırmacı, iyi bir sunu ile geleneksel anlatım yönteminin de başarılı olacağı düşüncesinden hareket ederek kimyasal denge ünitesinin işlenişini yürüttü. Şöyle ki; etkin bir giriş, konuyu anlatım planı, verilecek örnekler, sorulacak sorular, kullanılacak materyaller daha önceden hazırlanılarak derse girildi. Ders kaynağı olarak öğrenciye önceden verilen ders materyali takip edildi. Konu başlıkları ve alt başlıklar tahtaya yazılarak, bu konuda ne söyleyebilecekleri sorularak, ilgileri derse çekilmeye çalışıldı. Anlatım sırasında gerekli yerler öğrenciye soruldu, alınan cevaba göre konuya devam edildi veya tekrar edildi. Her alt başlık bitiminde konunun anlaşılıp anlaşılmadığı sorularak kısa bir tekrar yaptırıldı. Öğrencilere evde

cevaplamaları için sorular verildi. Her dersin sonunda bir sonraki konuya hazır gelmeleri bildirilerek dersler tamamlandı.

BULGULAR

Araştırmada, MDT'den elde edilen puanlara ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1.'de ve araştırma grupları arasındaki farkı belirlemek için bu verilere ait ANOVA analizi sonuçları ise Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 1. MDT'den elde edilen puanlara ilişkin tanımlayıcı istatistikler

<i>Düşünme Modelleri</i>	<i>Ortalama Puanlar</i>		
	<i>KG</i>	<i>JG</i>	<i>BÖG</i>
<i>Oransal</i>	<i>1,07</i>	<i>1,00</i>	<i>0,89</i>
<i>Değişken Kontrolü</i>	<i>1,03</i>	<i>0,84</i>	<i>0,93</i>
<i>Olasılık</i>	<i>1,10</i>	<i>1,19</i>	<i>1,30</i>
<i>İlişki Kurma</i>	<i>0,43</i>	<i>0,49</i>	<i>0,70</i>
<i>MDT Toplam Puanları</i>	<i>3,57</i>	<i>3,46</i>	<i>3,82</i>
<i>Standart sapma</i>	<i>1,775</i>	<i>1,938</i>	<i>1,352</i>

Maksimum puan: 8 (Düşünme modellerinin her biri 2 puan)

Tablo 1.'deki verilere göre MDT'nin toplam ortalama puanlar 3,46 ile 3,82 arasında değişmektedir.

Tablo 2. MDT'den elde edilen puanlara ilişkin ANOVA analizi

	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>SD</i>	<i>Kareler Ortalaması</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
<i>Gruplar Arası</i>	<i>2,755</i>	<i>2</i>	<i>1,377</i>	<i>0,488</i>	<i>0,615</i>
<i>Gruplar İçi</i>	<i>305,101</i>	<i>108</i>	<i>2,825</i>		
<i>Toplam</i>	<i>307,856</i>	<i>110</i>			

Tablo 2’deki ANOVA analizi sonuçlarına göre, araştırma grupları arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir ($F_{(2,108)}=0,488$; $p>0,05$). Bu verilere göre araştırmaya katılan gruplardaki öğrencilerin benzer mantıksal düşünme becerilerine sahip olduğu söylenebilir.

Araştırma kapsamında yürütülen yöntem ve tekniklerin akademik başarıya etkisini belirlemek için KG, JG ve BÖG’lere, uygulanan kDBT’nin ön-test ve son-testlerinden elde edilen puanlar için tanımlayıcı istatistikler Tablo 3 de, kDBT’nin ön-test puanların ANOVA analizi Tablo 4 de ve kdABT son-test puanları MDT puanları kovarıte edilerek araştırma grupları bazında ANCOVA analizleri ise Tablo 5 de verilmiştir.

Tablo 3. kDBT’nin puanlarına ait tanımlayıcı istatistikler

Gruplar	Testler	N	Ortalama Puan	Standart Sapma
JG	Öntest	40	51,40	16,78
	Sontest	40	92,40	4,86
BÖG	Öntest	46	58,02	14,66
	Sontest	46	90,78	8,71
KG	Öntest	30	55,07	10,90
	Sontest	30	75,60	2,01

Maksimum puan: 100

Tablo 3’deki verilere bakıldığında kDBT’nin öntestlerinden elde edilen puanlara göre; KG ve BÖG’ün ortalama puanları ($X_{KG}=55,07$; $X_{BÖG}=58,02$) birbirine yakın ve JG’den yüksek ($X_{JG}=51,40$) bir değerde olduğu görülmektedir.

Tablo 4. kDBT’nin ön-test puanları için ANOVA analizi

	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar Arası	938,477	2	469,239	2,199	0,116
Gruplar İçi	24116,445	113	213,420		
Toplam	25054,922	115			

Tablo 4.'deki ANOVA analiz sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmektedir ($F_{(2,113)}=2,199$; $p>0,05$).

Tablo 5. kdBT son-test puanlarına ait ANCOVA analizi

Kaynak	Kareleri Toplamı	SD	Kareleri Ortalaması	F	p
MDT	2,859	1	2,859	0,040	0,842
Gruplar	4600,338	2	2300,169	32,308	0,001
Hata	7617,927	107	71,196		
Toplam	873248,000	111			

Tablo 5'deki verilere göre, deney ve kontrol gruplarının kdBT son-test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(2,107)}=32,308$; $p<0,05$). Bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirleyebilmek için çoklu karşılaştırma (post-hoc) testlerinden Bonferroni'ye başvurulmuştur. Bonferroni analizinde JG ve BÖG'nin ($X_{JG}=92,40$; $X_{BÖG}=90,78$) KG'den ($X_{KG}=75,60$) anlamlı derecede farklı olduğu; ayrıca JG ve BÖG arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

Araştırmada kullanılan kdMTYT'ye ait veriler iki kategoriye ayrılmış, birinci kategorideki veriler; Bilimsel Doğru Anlama (BDA) ve ikinci kategorideki veriler ise Kavramları Yanlış Anlama (KYA) olarak belirlenmiştir. Bu kategorilerden elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistikleri hesaplanmış ve BDA puanları için ANOVA analizleri yapılmıştır.

kdMTYT'nin BDA ve KYA'dan elde edilen toplam puanlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. kdMTYT'nin BDA ve KYA puanlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Gruplar	Testler	N	Ortalama Puan	Standart Sapma
JG	BDA	40	6,38	1,148
	KYA	40	1,58	1,152
BÖG	BDA	46	5,93	1,467
	KYA	46	2,07	1,467
KG	BDA	30	2,70	1,557
	KYA	30	4,60	1,694
Toplam	BDA	116	5,25	2,055
	KYA	116	2,55	1,881

Maksimum puan: 8

Tablo 6'daki verilere bakıldığında kdMTYT den elde edilen BDA puan ortalamalarının JG'de en yüksek ($X_{JG}=6,38$), BÖG'de ortalama değere yakın ($X_{BÖG}=5,93$; $X_{Ortalama}=5,25$) ve KG'de ise ($X_{KG}=2,70$) ortalama değerden daha düşük bir değerde olduğu görülmektedir. BDA puanlarına göre JG, BÖG ve KG'nin puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için ANOVA analizi yapılmış ve analiz sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7'deki ANOVA analiz sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir ($F_{(2,113)}=69,118$; $p<0,05$).

Tablo 7. kdMTYT'nin BDA puanlarına ilişkin ANOVA analizi

	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar Arası	267,271	2	133,635	69,118	0,001
Gruplar İçi	218,479	113	1,933		
Toplam	485,750	115			

Gruplar arasında BDA puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı olan bu farklılığın hangi grubun lehine olduğunu tespit edebilmek için çoklu karşılaştırma testlerinden varyanslar eşit dağıldığı için LSD testi seçilmiştir. LSD analizi sonuçlarına göre JG ve BÖG'nin ($X_{JG}=6,38$; $X_{BÖG}=5,93$) KG'den ($X_{KG}=2,70$) anlamlı derecede farklı olduğu; ayrıca JG ve BÖG arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 6'daki verilere bakıldığında kdMTYT den elde edilen KYA puan ortalamalarının düşükten yükseğe doğru sırasıyla JG ($X_{JG}=1,58$), BÖG ($X_{BÖG}=2,07$) ve KG'de ($X_{KG}=4,60$) olduğu görülmektedir. Deney gruplarındaki (JG ve BÖG) öğrencilerin kavramları yanlış anlayarak cevap vermeleri KG'deki öğrencilere göre daha düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgulardan yola çıkarak öğrencilerin kavramları yanlış anlamalarını engellemede Jigsaw ve Birlikte Öğrenme tekniğinin Geleneksel Yöntemden daha etkili olduğu söylenebilir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

MDT'den elde edilen sonuçlar göre, grupların mantıksal düşünme becerileri bakımından benzerlik gösterdiği sonucuna varılmıştır(Tablo 2). Elde edilen sonuçların Tobin ve Capie (1981) ile Graves (1998)'in çalışmalarında elde ettikleri sonuçlara göre daha başarılı olduğu, fakat Williamson (1992) ve Yezierski (2003)'nin çalışmalarında elde ettikleri sonuçlara göre daha az başarılı olduğu görülmüştür. Kimyasal denge ünitesinde araştırmaya katılan öğrencilerin mantıksal düşünme becerileri bakımından benzer özellikler göstermeleri ÖSS sınav sistemine göre aynı örgün öğretim programına yerleşmiş oldukları ve bu programlara yerleşmede öğrencilerin almış oldukları puanların yaklaşık aynı düzeyde olmasına bağlanabilir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin ön bilgi düzeylerinin eşit olmasına rağmen MDT puanları kovarite edildiğinde, kdBT'nin sontest puanları için yapılan kovaryans analizi sonuçları, uygulanan öğretim yaklaşımlarının akademik başarı üzerindeki etkisinin anlamlı olduğunu göstermiştir (Tablo 5). Akademik başarı üzerine hangi öğretim

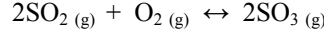
teknikğin etkisinin daha etkili olduğunu ise yapılan çoklu karşılaştırma testlerinin sonuçları göstermiştir. Bu sonuçlara göre, jigsaw ve birlikte öğrenme tekniğinin geleneksel yöntemle göre akademik başarıyı artırmada daha etkili olduğu, fakat jigsaw tekniğinin uygulandığı grubun, birlikte öğrenme tekniği ve geleneksel yöntemin uygulandığı gruplara göre daha başarılı olmasının nedeni jigsaw tekniğinin uygulanma süreçlerindeki farklılıklardan ve öğrencilerin fikirlerini rahat bir ortamda açıklama, düşüncelerini paylaşma ve diğer arkadaşları ile yardımlaşma gibi davranışlara yönlendirilmesi ve onları cesaretlendirilmesine bağlanabilir. Jigsaw tekniğinin akademik başarıda geleneksel yöntemle göre daha etkili olduğu sonuçları; Doymus (2007), Doymus (2008), Lai ve Wu (2006), Gillies (2006), Hennessy ve Evans (2006), Eilks (2005), Slish (2005), Bilgin ve Geban (2002), Ghaith ve El-Malak (2004) tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur.

Araştırmada kdMTYT' den elde edilen BDA puanlara göre araştırma gruplarından JG ve BÖG'deki öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını bilimsel doğru anlam boyutunda KG'undaki öğrencilere göre daha başarılı olduğu (Tablo 7), JG ve BÖG'deki öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını kavramları yanlış anlam boyutunda KG'undaki öğrencilere göre daha az hata yaparak cevapladıkları belirlenmiştir. Bu araştırmada kavramları yanlış anlama boyutundaki bulgular Novick ve Nusbaum (1981)'un çalışmalarından elde edilen sonuçlar ile uyum içerisindedir.

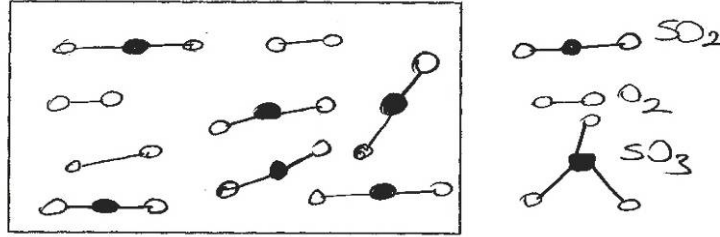
JG ile BÖG'lerdeki öğrencilerin konuları tanecikli düzeyde anlayarak, dolayısı ile daha az kavramsal yanlış anlamalar; ders kitapları dışında diğer kitapları kullanmaları, araştırma yapmaları, grup tartışmaları yapmaları, grup sunumları yaparken animasyonlar ve çeşitli teknolojik materyalleri kullanmaları ve en önemlisi bu süreçlerin hepsinde kendilerinin rol alması sayesinde maddenin tanecikli yapısı ile ilgili fikirlerinin oluşması için gerekli zeminlerin hazırlanmış olmasına bağlanabilir.

Araştırma gruplarındaki öğrencilerin, Kimyasal denge ünitesinde uygulanan kdMTYT' den elde edilen çizimleri soru bazında incelendiğinde ortaya çıkan ilginç

benzerlik ve farklılıklar tespit edilmiştir. Tanecikli boyuttaki çizimlerde araştırma gruplarındaki öğrencilerin kimyasal denge ünitesinde sembolik düzeyde verilen denge reaksiyonlarını algoritmik olarak çözebildiği ancak molekül düzeydeki açıklamalarında ise zorlandıkları tanecik boyuttaki çizimlerden anlaşılmıştır.



Örneğin yukarıda verilen kimyasal denge reaksiyonunda; reaksiyon başlamadan önce ortamda bulunan maddelerin tanecik boyutta tüm gruplardaki öğrencilerin % 50'nin üzerinde moleküler düzeyde çizimlerle gösterebildikleri görülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. kdMTYT'deki bir soruya öğrencilerin tanecikli boyutta verdikleri çizimlere bir örnek.

Ancak kimyasal denge reaksiyonuna bir etki yapıp sistem yeniden dengeye geldiğinde bu sisteme ait reaksiyonun tanecik boyutta çizimlerine ilişkin öğrenciler önemli yanlışlıklar yapmaktadır. Örneğin yukarıda verilen denge reaksiyonunda basınç iki kat artırıldığında sistemin yeniden dengeye gelmesine ait tanecik boyuttaki gösterime ilişkin çizimlerde öğrenciler reaksiyonun başlangıcındaki çizimlerinin aynısını yaptıkları, reaksiyona giren ve çıkan tanecik sayısını eşit aldıkları görülmüştür.

Araştırma gruplarındaki öğrencilerin hem tanecikli düzeydeki çizimleri hem de BDA ve KYA puanları göz önünde bulundurulduğunda bu yanlışlıkların geleneksel öğretim

yöntemine göre nispeten jigsaw ve birlikte öğrenme teknikleri ile eğitim alan öğrencilerde giderildiği görülmektedir. Bu çalışmada öğrencilerin tanecik boyutta sorulara vermiş oldukları cevaplar Williamson (1992), Kozma ve Russell (1997), Yeziarski (2003) ile Ardac ve Akaygun (2005)'ün çalışmaları ile paralellik sağlamaktadır.

Sonuç olarak; bu tekniklerin kısa süreli uygulamaları öğrencilerin tanecik boyuttaki öğrenmeleri üzerine istenilen etkiyi gerçekleştiremeyeceği ve Jigsaw, Birlikte Öğrenme gibi teknikler ile ilgili yapılacak çalışmalarda çalışma ortamının bu tekniklerin özelliklerine uygun olmasına dikkat edilmelidir. Öğretim teknikleri; Mikro düzeydeki öğretimlerde çok az etkili olduğu, bu etkiyi artırmak için öğretimin öğrenci merkezli ve uzman öğretici gözetiminde yapılmalı, ayrıca orta öğretimdeki programlarda mikro düzeydeki öğretime yer verilmelidir.

KAYNAKLAR

Abraham, M.R., Williamson, M.M. & Westbrook, S.L. (1994). A Cross-Age Study of the Understanding Five Concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2), 147-165.

Açıkgöz, K.Ü. (2003). *Aktif Öğrenme*. İzmir: Eğitim Dünyası Yayınları. Kanyılmaz Matbaası.

Anderson, W.L., Mitchell, S.M. & Osgood, M.P. (2005). Comparison of Student Performance in Cooperative Learning and Traditional Lecture-Based Biochemistry Classes. *Biochemistry And Molecular Biology Education*, 33(6), 387–393.

Ardac, D. & Akaygun, S. (2005). Using Static and Dynamic Visuals to Represent Chemical Change at Molecular Level. *International Journal of Science Education*, 27(11), 1269-1298.

Ayas, A. & Demirbas, A.J. (1997). Turkish Secondary Students' Conception of Introductory Chemistry Concept. *Journal of Chemical Education*, 74(5), 518-521.

Ayas, A. ve Özmen, H. (2002). Lise Kimya Öğrencilerinin Maddenin Tanecikli Yapısı Kavramını Anlama Seviyelerine İlişkin Bir Çalışma. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 19(2), 45-60.

Ben-Zvi, R., Eylon, B. & Silberstein, J. (1987). Is an Atom Malleable? *Journal of Chemical Education*, 63(1), 64-66.

Bilgin, İ. ve Geban, Ö. (2002). *Öğrencilerin Grup Çalışmalarındaki Performansları İle Kimyasal Denge Başarıları Arasındaki İlişki*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde Sunulmuş Bildiri, ODTÜ, Ankara.

Birk, J.P. & Kurtz, M.J. (1999). Effect of Experience on Retention and Elimination of Misconceptions about Molecular Structure and Bonding. *Journal of Chemical Education*, 76(1), 124-128.

Boo, H.-K. & Watson, J. R. (2001). Progression in High School Students' (Aged 16-18) Conceptualizations about Chemical Reactions in Solution. *Science Education*, 85(5), 568-586.

Boz, Y. (2006). Turkish Pupils' Conceptions of the Particulate Nature of Matter. *Journal of Science Education and Technology*, 15(2), 203-214.

Chiu, M-H., Chou, C-C. & Liu, C-J. (2002). Dynamic Processes of Conceptual Change: Analysis of Constructing Mental Models of Chemical Equilibrium. *Journal of Research In Science Teaching*, 39(8), 688–712.

Colburn, A. (2004). Inquiry Scientists Want to Know. *Educational Leadership*. 62(1), 63-66.

Cuevas, P., Lee, O., Hart, J. & Deaktor, R. (2005). Improving Science Inquiry with Elementary Students of Diverse Backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 337-357.

Doymus, K. (2007). The Effect of a Cooperative Learning Strategy in the Teaching of Phase and One-Component Phase Diagrams. *Journal of Chemical Education*, 84 (11), 1857-1860.

Doymuş, K. ve Şimşek, Ü. (2007). Kimyasal Bağların Öğretilmesinde Jigsaw Tekniğinin Etkisi ve Bu Teknik Hakkında Öğrenci Görüşleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 173(1), 231-243.

Doymus, K. (2008). Teaching Chemical Equilibrium with the Jigsaw Technique. *Research in Science Education*, 37(5), 249-260.

Doymus, K., Simsek, U. & Karacop, A. (2009). The Effects of Computer Animations and Cooperative Learning Methods in Micro, Macro and Symbolic Level Learning of States of Matter. *Eğitim Araştırmaları-Eurasian Journal of Educational Research*, 36, 109-128.

Ebenezer, J.V. & Fraser, D.M. (2001). First Year Chemical Engineering Students' Conceptions of Energy in Solution Processes: Phenomenographic Categories for Common Knowledge Construction. *Science Education*, 85(5), 509-535.

Eilks, I. (2005). Experiences and Reflections about Teaching Atomic Structure in a Jigsaw Classroom in Lower Secondary School Chemistry Lessons. *Journal Of Chemical Education*, 82(2), 313-319.

Gabel, D. (1999). Improving Teaching and Learning Through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemistry Education*, 76, 548-553.

Gabel, D. L., Samuel, K. V. & Hunn, D. (1987). Understanding the Particulate Nature of Matter. *Journal of Chemical Education*, 64(8), 695-697.

Ghaith, G. & El-Malak, M.A. (2004). Effect of Jigsaw II on Literal and Higher Order EFL Reading Comprehension. *Educational Research and Evaluation*, 10(2), 105-115.

Gillies, R.M. (2006). Teachers' and Students' Verbal Behaviors during Cooperative and Small-Group Learning. *British Journal of Educational Psychology*, 76(2), 271-287.

Graves, A. P. (1998). *An Investigation Comparing Traditional Recitation Instruction to Computer Tutorials Which Combine 3-D Animation with Varying Levels of Visual Complexity, Including Digital Video in Teaching Various Chemistry Topics*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, The University of Oklahoma Graduate College, Norman, Oklahoma.

Gussarsky, E. & Gorodetsky, M. (1988). On the Chemical Equilibrium Concept: Constrained, Word Associations and Conception. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(5), 319-333.

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. & Jong, O.D. (2005). Exploring the Use of Multiple Analogical Models When Teaching and Learning Chemical Equilibrium. *Journal of Research In Science Teaching*, 42(10), 1135–1159.

Hedeen, T. (2003). The Reverse Jigsaw: A Process of Cooperative Learning and Discussion. *Teaching Sociology*, 31(3), 325-332.

Hennessy, D. & Evans, R. (2006). Small-Group Learning in the Community College Classroom. *The Community College Enterprise*, 12(1), 93-110.

Huddle, B.P. (1998). Conceptual Question on LeChatelier's Principle. *Journal of Chemical Education*, 75(9), 1175.

Johnson, D. W., Johnson, R. T. & Holubec, E. J. (1994). *The New Circles of Learning: Cooperation in the Classroom and School*. U.S.A: ASCD Publications.

Johnson, D.W., Johnson, R.T. & Holubec, E. (1998). *Cooperation in the Classroom*. Minnesota: Interaction Book Company.

Kokkotas, P. & Vlachos, I. (1998). Teaching the Topic of the Particulate Nature of Matter in Prospective Teachers' Training Courses. *International Journal of Science Education*, 20(3), 291-303.

Kozma, R. B. & Russell, J. (1997). Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. *Journal of Research In Science Teaching*, 34(9), 949–968.

Lai, C.Y. & Wu, C.C. (2006). Using Handhelds in a Jigsaw Cooperative Learning Environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22, 284-297.

Liu, X. (2006). Effects of Combined Hands-On Laboratory and Computer Modeling on Student Learning of Gas Laws: A Quasi-Experimental Study. *Journal of Science Education and Technology*, 15(1), 89-100.

McMillan, J. H. & Schumacher, S. (2006). *Research in Education: Evidence-Based Inquiry*. Sixth Edition. Boston, MA: Allyn and Bacon.

Nahum, T. L., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A. & Krajcik, J. (2007). Developing a New Teaching Approach for the Chemical Bonding Concept Aligned with Current Scientific and Pedagogical Knowledge. *Science Education*, 91(4), 579-603.

Nakhleh, M. (1992). Why Some Students Don't Learn Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69, 191-196.

Nakiboğlu, C. ve Kalın, Ş. (2009). Ortaöğretim Öğrencilerinin Kimyada Problem Çözme Basamaklarının Kullanımı İle İlgili Düşünceleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17(2), 715-725.

Novick, S. & Nusbaum, J. (1981). Pupils' Understanding of Particulate Nature of Matter: A Cross-Age Study. *Science Education*, 65(2), 187-196.

Piquette, J. S. & Heikkinen, H. W. (2005). Strategies Reported Used By Instructors to Address Student Alternate Conceptions in Chemical Equilibrium. *Journal of Research In Science Teaching*, 42(10), 1112–1134.

Raviolo, A. (2001). Assessing Students' Conceptual Understanding of Solubility Equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 78 (5), 629-633.

Saribas, D. & Köseoglu, F. (2006). The Effect of the Constructivist Method on Pre-Service Chemistry Teachers' Achievement and Conceptual Understanding about Aqueous Solution. *Journal of Science Education*, 7(1), 58-62.

Sharan, Y. (1999). *Handbook of Cooperative Learning Methods*. Westport, USA: Praeger Publishers.

Sisovic, D. & Bojovic, S. (2001). The Elaboration of the Salt Hydrolysis Concept by Cooperative Learning. *Journal of Science Education*, 2(1), 19-23.

Sligh, D. F. (2005). Assessment of the Use of the Jigsaw Method and Active Learning in Non- Majors. *Introductory Biology. Bioscene*, 31(4), 4-10.

Tan, K-C. D. & Treagust, D. (1999). Evaluating Students' Understanding of Chemical Bonding. *School Science Review*, 81(294), 75–83.

Tien, L.T., Teichert, M.A. & Rickey, D. (2007). Effectiveness of a MORE Laboratory Module in Promoting Students to Revise Their Molecular- Level Ideas about Solutions. *Journal of Chemical Education*, 84(1), 175-181.

Tobin, K. & Capie, W. (1981). Development and Validation of a Group Test of Logical Thinking. *Educational and Psychological Measurement*, 41(2), 413-424.

Tseitlin, M. & Galili, I. (2006). Science Teaching: What Does It Mean? *Science and Education*, 15(5), 393-417.

Voska, K.W. & Heikkinen, H.W. (2000). Identification and Analysis of Student Conceptions Used to Solve Chemical Equilibrium Problems. *Journal of Research In Science Teaching*, 37(2), 160–176.

Williamson, V.M. (1992). *The Effects of Computer Animation Emphasizing The Particulate Nature of Matter on the Understandings and Misconceptions of College Chemistry Students*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. The University of Oklahoma, Norman, Oklahoma.

Wu, H.K., Krajcik, J.S., & Soloway, E. (2001). Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (7), 821-842.

Yeziarski, E. J. (2003). *The Particulate of Matter and Conceptual Change a Cross-Age Study*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Arizona State University.