

PAPER DETAILS

TITLE: Öğrencilerin Akademik Başarılarına Bilgisayar Animasyonları ve Jigsaw Tekniğinin Etkisi

AUTHORS: Ataman KARAÇÖP, Kemal DOYMUS, Alev DOĞAN, Yasemin KOÇ

PAGES: 211-235

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/77098>

Öğrencilerin Akademik Başarılarına Bilgisayar Animasyonları ve Jigsaw Tekniğinin Etkisi

The Effects of Computer Animations and Jigsaw Technique on Academic Achievement of Students

Ataman KARAÇÖP* , Kemal DOYMUŞ* , Alev DOĞAN ve Yasemin Koç***

** 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 çalışma, işbirlikli öğrenme metodunun bir alt tekniği olan jigsaw tekniği ve bilgisayar animasyonları tekniğinin öğrencilerin genel kimya II dersindeki akademik başarılarına etkisini incelemek amacı ile yapılmıştır. Çalışmaya Genel Kimya-II dersini alan üç sınıftaki toplam 122 fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Araştırmada, Kimya Akademik Başarı Testi ve Bilimsel Düşünme Beceri Testi olmak üzere iki ölçme aracı kullanılmıştır. Elektrokimya ünitesinin öğretimi; deney gruplarında bilgisayar animasyon ve jigsaw tekniği ile kontrol grubunda ise geleneksel anlatım yöntemi kullanılarak gerçekleştirildi. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, bilgisayar animasyonları kullanılarak gerçekleştirilen bilgisayar destekli öğretim

yöntemi ve jigsaw tekniği ile dersin işlenmesi, geleneksel anlatım yöntemine göre daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Bilgisayar animasyonları, jigsaw tekniği, elektrokimya, akademik başarı, bilimsel düşünme

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effects of computer animations technique and jigsaw technique on students' academic achievement in general chemistry-II course. The study included 122 first-year undergraduate students from three classes of a general chemistry-II course. In this research, two instruments, which were the Test of Scientific Reasoning and Chemistry Academic Achievement Test, were used. In teaching of topics; in the control group, the traditional teaching method, in the animation group, computer animations and in the jigsaw group, jigsaw techniques were applied. From the findings of this study, which are investigates effects of teaching through animation technique and jigsaw technique they were found that this technique had more positive effects on teaching than the traditional teaching method.

Keywords: Computer animation, jigsaw technique, electrochemistry, academic achievement, scientific reasoning.

SUMMARY

Purpose of the Study

The purpose of this study was to investigate the effect of computer animations and jigsaw technique in teaching electrochemistry unit in general chemistry-II course on the academic success of the first undergraduate students, and differences in effects upon students of varying reasoning ability are explored.

Methodology

The Sample

The study included 122 first-year undergraduate students from three classes of a general chemistry-II course taught by the researcher (first author) in a faculty of education in a university. One of the classes was defined as the Jigsaw group (n=40), in which jigsaw technique was applied; the second was defined as the animation group (n=42), in which computer animation technique was applied; and the third was the control group (n=40), in which traditional learning was applied. Treatment groups were selected randomly.

Instruments

The Test of Scientific Reasoning (TOSR), developed by Yeziarski (2003), was used to determine the formal reasoning ability of students. Chemistry Academic Achievement Test (CAAT) was designed by the researcher to determine the academic achievement levels of the students attending the general chemistry-II courses in the topics of electrochemistry.

Procedure

In the control group, the traditional teaching method was used. Accordingly, the lessons were conducted having prepared an effective introduction, a presentation plan, related examples, the questions to be asked, and the materials to be used. In the animation group, animation technique was used. Their lesson focused on explaining the step-by-step process of electrochemistry through computer-animated presentation. The computer animations which are used in animation groups are received from various web addresses. These animations are shown after arrangement by an expert who works at department of computer and teaching technologies. The jigsaw group which jigsaw technique was applied were divided into four “home group” since electrochemistry are divided into five subtopics. Each of these groups consists of five students. In these jigsaw groups, the members are asked to familiarize themselves with their subtopic. After these jigsaw groups have grasped the subtopic, each jigsaw group has to prepare a teaching strategy that its members can use to explain their subtopic to the rest of the class. Then the students are rearranged back into the home groups. These groups now

consist of one student from each of the jigsaw groups. These students are expert students. The experts are now in charge of teaching their specific subtopic to the rest of the students in their learning group.

Findings

According to the data pre-test one-way analysis of variance (ANOVA) found no significant differences in the both TOSR and CAAT scores of the control, animation, and jigsaw groups. According to the data CAAT post-test, the ANCOVA results show significant differences in the score by treatment even when the effects of the TOSR and CAAT pre-test scores are removed. Effect sizes of 0,626; 0,740 were found between the control group and the animation and jigsaw groups, respectively.

Conclusion

Findings the obtained from this study by which the effects of teaching through animation technique and jigsaw technique were investigated it was found that this technique had more positive effects on teaching when compared to the traditional teaching method.

GİRİŞ

Fen eğitimiyle öğrencilere, bilgiye ulaşma ve bilgiyi kullanma yolları öğretilerek onların bilimsel anlayış geliştirmeleri ve bilim okur-yazarı olarak yetiştirmeleri amaçlanmaktadır. Belirtilen amaç doğrultusunda yetişen bireyler, gerek doğal çevreye gerekse toplumsal çevreye daha kolay uyum yapabilecekler ve gelecekte üstlenecekleri görev ve sorumlulukları daha etkili biçimde yerine getirebileceklerdir. Fen bilimleri;

fizik, kimya ve biyoloji konularını içerdiği için, bir anlamda fen bilgisi öğretimi fizik, kimya, biyoloji öğretiminin başlangıcı sayılır (Akgün, 1996). Fen bilimleri eğitimi içerisinde yer alan kimya eğitimi fen bilimlerindeki diğer disiplinlerle yakın bir ilişki ve bağlantısı olduğundan dolayı ayrı bir öneme sahiptir. Kimya eğitimi öncelikle ilköğretimde fen bilgisi derslerinin konuları içinde başlamakta ve daha sonra da orta öğretimde başlı başına kimya dersleri ve üniversitelerde ise kendi alt disiplinlerine kadar ayrılan bir eğitim süreci ile devam etmektedir. Kimya eğitiminde üniversite seviyesi bilimselliğin bilinçli bir şekilde kazanılabileceği son aşamalardan biri olduğu için, verilen kimya dersini öğrencilere öğretme sürecinin nitelikli olması ve anlaşılabilirliği ayrı bir önem teşkil etmektedir. Kimya; eğitimciler, araştırmacılar ve kimya öğretmenleri tarafından zor bir bilim olarak görülmektedir (Ben-Zvi *et al.* 1987). Kimyayı zor kılan neden, birçok kimyasal kavramın soyut doğasından ve kimyada kullanılan semboller ile eşitliklere kadar olan çeşitliliklerdir. Buna paralel olarak kimya eğitimcileri ve araştırmacıları tarafından yapılan birçok araştırma sonunda kimyada yer alan birçok konunun öğretilmesinde güçlük çekildiği ve öğretim süreçleri sonunda öğrencilerde yanlış anlamalar, kavram yanlışları ve tam olmayan öğrenmelerin gerçekleştiği belirtilmiştir (Taber, 1997; Boo, 1998; Tan and Treagust, 1999; Nicoll 2001; Piquette and Heikkinen, 2005; Doymuş ve Şimşek, 2007). Bu konular arasında birçok kimya konusunu anlamada temel olan kimyasal bağlar (Nahum *et al.* 2007); kimyasal reaksiyonlar (Boo and Watson, 2001); kimyasal denge (Gussarsky and Gorodetsky, 1988; Doymuş, 2007a); fiziksel ve kimyasal değişim (Abraham *et al.* 1994; Ayas and Demirbas, 1997), çözünürlük ve çözeltiler (Kokkotas and Vlachos, 1998; Saribas and Köseoglu, 2006) ve fazlar (Doymuş, 2007b) gibi başlıklar yer almaktadır. Kimyanın bu başlıklarında çeşitli öğrenme zorlukları yaşaması sonunda öğrencilerin ileriki öğrenmelerinde de ciddi problemler ile karşılaşacakları gözardı edilmemelidir. Kimya dersinde elektrokimya konusu ise öğrenciler ve öğretmenler için hem öğrenilmesi hemde öğretilmesi en zor olan konulardan biridir (Finley *et al.* 1982; Johnstone, 1993). Butts ve Smith (1987) ortaokuldan üniversiteye kadar elektrokimyasal olaylar, elektrokimyasal piller, elektrik ve yükseltgenme-indirgenme tepkimeleri

konularını kapsayan kavramları öğrencilerin anlamada ve öğretmenlerin ise anlatmakta zorlandığı hata daha çok kavram yanlışlarına düştüğünü göstermiştir.

Bundan dolayıdır ki kimya eğitiminde kullanılacak öğretim yöntem ve teknikleri oldukça önemli bir yere sahiptir. Son yıllarda eğitimde en fazla kullanan öğretim yaklaşımları ve metotları arasında kavramsal değişim modeli, somut model kullanmak, öğrenim aracı olarak teknolojiyi kullanma, projeye dayalı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, Bilgisayar animasyonları teknikleri, işbirlikli öğrenme ve işbirlikli öğrenmenin alt teknikleri olan jigsaw teknikleri (Jigsaw II, III, IV, reverse Jigsaw ve konu Jigsaw) ve sorgulamaya dayalı öğrenme gibi aktif öğrenme yöntemleri kullanılmaktadır (Hsin-Kai *et al.* 2001; Colburn, 2004; Cuevas *et al.* 2005, Doymus, 2007a). Bu araştırmada, bilgisayar animasyonları ve jigsaw teknikleri kullanılmıştır.

Jigsaw tekniği, birbirine bağımlılık yaratmak için kompleks bir strateji olarak adlandırılır. Birleştirme tekniği olarak da bilinen bu teknik, asıl gruplardaki üyeleri çalışmanın sonunda yeni ve uzman gruplar haline getirerek çalışmadaki tüm öğrencilerin konu alanına ilişkin görevlerini yerine getirip getirmediğini kontrol etme imkanı doğurur (Doymuş ve Şimşek, 2007). Özellikle sosyal çalışma başlıkları için bu teknik çok uygun ve tercih edilir niteliktedir (Doymuş vd. 2005). Jigsaw tekniğinde ilk olarak oluşturulan asıl gruplardaki belli konuları üstlenmiş öğrencilerden çalışmanın sonunda yalnızca o konu alanını hazırlayan öğrencilerden oluşan uzman gruplar meydana getirilir (Slavin, 1980). Uzman gruplar ilk olarak kendi çalışmalarıyla ilgili bir düzensizlik varsa onu hallederler ve yeni uzman gruplarında neyi öğreneceklerini bir kez daha gözden geçirirler. Sonra konularını diğer arkadaşlarına nasıl öğreteceklerini planlarlar. Jigsaw gruplarındaki öğrencilerin asıl gruplarındaki arkadaşlarına konularını öğretmesi sürecini öğretmen sürekli takip eder ve uzman grupların tam öğrenmiş olup olmadıklarını kontrol eder. Son olarak uzman gruplar kendi asıl gruplarına materyallerini öğretirler (Eilks, 2005; Shaaban, 2006; Lai and Wu, 2006; Artut and Tarim, 2007; Doymus, 2007a; Tamah, 2007).

Kimya biliminde kullanılan modeller, soyut kavramların görselleştirilmesi amacıyla kullanılan öğretim materyalleridir. Bilgisayar animasyonları ise kimya kavramlarını öğretmek ya da kavramsal anlamaları geliştirmek için oldukça faydalıdır. İki boyutlu bilgisayar animasyon modelleri kimyadaki olayların hareketli özelliklerini gösterir. Üç boyutlu olarak yapılan canlandırma modelleri uzamsal ilişkileri öğretmede kullanılır (Theall, 2003). Bilgisayar animasyonları hareketli karakteristiğinden dolayı olayların gerçekleşme sürecinde bazı durumların ortaya çıkışını ve yok oluşunu, şekillerin veya renklerin değişmeye uğramasını gösterir. Bu değişiklikler grafik olabildiği gibi, resim ve karikatürde olabilmektedir (Foley *et al.* 1990; Laybourne, 1998). Animasyonların üç özelliğinden bahsedilebilir. Bunlar, resim, belirli hareketlerin gösterimi ve simülasyon (benzeşim-canlandırma) özellikleri olarak ifade edilmiştir. Süsleme, dikkat çekme, motivasyon sağlama, fazla bilgilendirme ve kompleks bilgi ve olayların sınıflanmasını sağlamak animasyonların muhtemel bazı rolleri olarak sıralanır (Weiss *et al.* 2002). Ayrıca öğrencilerin dikkatini konuya çekmek, animasyonların önemli bir fonksiyonudur. Öğretilecek konularla ilgili animasyonlar konunun içeriğine uygun olmalıdır. Aksi takdirde, animasyonlar dikkat dağıtıcı olabilir (Vermaat *et al.* 2004). Hareket, animasyonların belirgin özelliğidir. Animasyonların hareketli oluşu dinamik süreçlerin öğretimini kolaylaştırır. Moleküler düzeyde kimyasal işlemler dinamik, görülmesi imkansız, ve genellikle zihinde canlandırması zor olduğu için animasyonlar fen-teknoloji ve kimya eğitiminde güçlü araçlar olabilir (Burke *et al.* 1998).

Bu araştırmanın amacı; genel kimya dersinde yer alan elektrokimya ünitesinin öğretimi sürecine katılan üniversite birinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, işbirlikli öğrenme yönteminin uygulanmasında kullanılan Jigsaw tekniği ve Bilgisayar animasyonları tekniğinin etkisini tespit etmeye yöneliktir.

YÖNTEM

Model

Farklı okul ya da sınıflarda öğretim materyallerinin ya da öğretim yöntemlerinin etkisi incelenirken yarı deneysel araştırma deseninin kullanımı uygundur. Bu desende eğitimsel bir amaç için sınıflar önceden organize edilip düzenlenmez, kendi şartlarında olduğu gibi araştırma kapsamına alınır. Bu yöntem örneklemin eşit olarak seçilemeyeceği durumlarda kullanışlı ve yararlıdır (McMillan and Schumacher, 2006). Bu nedenle araştırma yarı-deneysel yapıda, eşit olmayan gruplar ön-test ve son-test desenine göre yürütülmüştür.

Örneklem

Bu çalışmaya, 2006-2007 öğretim yılının ikinci yarısında Genel Kimya-II dersini alan üç sınıftaki toplam 122 fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Sınıflardan ikisi deney grubu diğeri ise kontrol grubu olarak rasgele yöntemle seçilmiştir. Bilgisayar animasyonları tekniğinin uygulandığı sınıfa animasyon grubu [(deney) (n=42)], jigsaw tekniğinin uygulandığı sınıfa jigsaw grubu [(deney) (n=40)] ve geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı sınıf ise kontrol grubu (n=40) olarak belirlenmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırma verileri, deney ve kontrol gruplarına ön-test olarak uygulanan Bilimsel Düşünme Testi (BDT) ile ön-test ve son-test olarak uygulanan Kimya Akademik Başarı Testi (KABT) kullanılarak toplanmıştır.

Bilimsel Düşünme Testi (BDT); uygulamaya başlarken deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin bilimsel düşünme yeteneklerini tespit etmek amacıyla uygulanmıştır. Bilimsel düşünmenin dört alt boyutu ifade edilmektedir. Bunlar; değişken kontrolü, oransal düşünme, olasılıklı düşünme ve ilişkisel düşünmedir. BDT bu alt boyutları içine

alan 13 çoktan seçmeli (3-5 seçenekli) sorudan oluşmuştur. BDT Yezierski (2003) tarafından aynı amaca yönelik kullanılan Lawson'un sınıf bilimsel düşünme testinden (Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning) yararlanılarak hazırlanmıştır. Testin güvenilirliği Cronbach's Alpha 0,75 olarak ifade edilmiştir (Yezierski, 2003). BDT değerlendirilirken doğru cevaplar 1 ve yanlış cevaplar 0 puan olarak alınmıştır. Testten elde edilebilecek en yüksek puan 13 en düşük puan 0 dır.

Kimya Akademik Başarısı Testi (KABT); elektrokimya ünitesinde öğrencilerin akademik kazanımlarını belirleyebilmek amacıyla düzenlenen ve KABT'yi oluşturan sorular, elektrokimya ünitesini içine alan beş alt konu başlığından hazırlanmıştır. Bu alt konular; (a) elektrokimyasal piller, (b) elektrokimyasal enerji kaynakları, (c) elektroliz, (d) Faraday kanunları ve (e) elektrokimyasal korozyon konularını içermektedir. Bu konu başlıklarının her biri için 4 çoktan seçmeli olmak üzere toplam 20 sorudan oluşan elektrokimya ünitesinde öğrencilerin kazanması gereken davranışları kazanıp kazanmadığını tespit etmek için aynı kazanımları farklı formlarda yoklayan soru tiplerine de yer verilerek KABT hazırlanmıştır. Bu test için hazırlanan sorular, kimya bölümünde elektrokimya konusunda deneyimli kimya eğitiminde görevli üç öğretim elemanından (bir profesör ve iki yardımcı doçent) oluşan uzman grubun görüşüne sunuldu. Testin soruları ilgili öğretim elemanı tarafından gözden geçirilerek, gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Daha sonra, KABT araştırmaya katılmayan fakat elektrokimya ünitesini görmüş olan Kimya Öğretmenliği Eğitimi Ana Bilim Dalı 4. sınıflarında öğrenim gören öğrencilerin bir şubesine uygulanmış ve testin güvenirlik katsayısı (Cronbach Alpha) 0,67 olarak hesaplanmıştır.

İşlem

Elektrokimyasal piller, elektrokimyasal enerji kaynakları, elektroliz, faraday kanunları ve elektrokimyasal korozyon şeklinde beş ana konudan oluşan elektrokimya ünitesinin içeriğinin öğretimi, deney gruplarında bilgisayar animasyonları ve jigsaw teknikleri ile kontrol grubunda geleneksel öğretmen merkezli yaklaşıma göre 5 haftada (20 ders saatinde) tamamlanmıştır.

Bilgisayar animasyonları tekniği ile öğretim yapılan animasyon grubunda yürütülen çalışmada kullanılmak üzere hazırlanmış olan animasyonlar bilgisayar ve öğretim teknolojileri bölümünde görevli bir uzman tarafından düzenlendikten sonra kullanılmıştır. Animasyon grubunda yürütülen çalışmada; her bir ana konu ve bu ana konular içerisinde yer alan alt konular birinci yazar tarafından anlatılmıştır. Her bir alt konunun sunumu yapıldıktan sonra alt konulara göre düzenlenmiş animasyonlar, amaçlar doğrultusunda bilgisayar ve projeksiyon cihazı kullanılarak görsel ve işitsel olarak sunulmuştur. Konuların işlenmesi sırasında anlaşılmayan noktalarda animasyonlar tekrar tekrar gösterilerek ve konularla ilgili animasyonlar üzerinde sınıf tartışmaları yapılarak çalışmalar tamamlanmıştır.

Jigsaw tekniği ile öğretim; işbirlikli öğrenme tekniklerinden olan jigsaw tekniğinin uygulanacağı deney grubu olarak belirlenen sınıf her biri 20 öğrenciden oluşan iki kısma ayrılmış ve çalışmalar iki kısımda da eşit şekilde yürütüldüğünden sadece bir kısım dikkate alınarak çalışmalar ifade edilmiştir.

Araştırma kapsamındaki elektrokimya ünitesinin öğretiminde Jigsaw tekniğinin uygulandığı sınıf öğrencileri Tablo.1’de gösterildiği biçimde önce her biri beş öğrenciden oluşan dört asıl gruba ayrılmıştır.

Tablo.1. Jigsaw tekniğinin uygulandığı gruptaki öğrencilerin asıl gruplara ayrılması

<i>Elektrokimya Ünitesi ile ilgili alt konular</i>	<i>Asıl Gruplar (ekAG)</i>
1) Elektrokimyasal Piller	ekAG1 (A1, A2, A3, A4, A5)
2) Elektrokimyasal Enerji Kaynakları	ekAG2 (B1, B2, B3, B4, B5)
3) Elektroliz	ekAG3 (C1, C2, C3, C4, C5)
4) Faraday Kanunları	ekAG4 (D1, D2, D3, D4, D5)
5) Korozyon	

Not: ekAG: Elektrokimyanın asıl grupları ve A1,A2, A3, A4 ve A5 ise öğrencileri temsil etmektedir.

Sınıf asıl gruplara ayrıldıktan sonra her grubun kendi aralarında bir grup başkanı belirlemeleri sağlanmıştır. Öğrencilerin beş kişilik gruplarda çalışacak olmalarına paralel olarak çalışmaların yapılacağı elektrokimya ünitesi, (1) Elektrokimyasal Piller (2) Elektrokimyasal Enerji Kaynakları, (3) Elektroliz, (4) Faraday Kanunları ve (5) Korozyon konularını kapsayacak şekilde beş alt başlıkta toplanmıştır. Sonra her biri beş kişiden oluşan dört asıl grupta elektrokimya ünitesindeki beş konu başlığı, grup başkanları tarafından her bir öğrencinin bir alt konuyu araştırması, öğrenmesi ve grup arkadaşlarına öğretebilmesi amacı ile dağıtıldı. Daha sonra elektrokimya ünitesindeki

beş konu başlığını çalışan asıl gruplardan A1, B1, C1, ve D1 öğrencileri elektrokimya ünitesindeki birinci alt konu başlığını; A2, B2, C2, ve D2 öğrencileri ikinci alt konu başlığını; A3, B3, C3, ve D3 öğrencileri üçüncü alt konu başlığını; A4, B4, C4, ve D4 öğrencileri dördüncü alt konu başlığını; A5, B5, C5, ve D5 öğrencileri beşinci alt konu başlığını araştırıp hazırlamaları ve kendi gruplarındaki diğer alt konu başlıklarını alan arkadaşlarına sunmaları için Tablo.2 de gösterildiği gibi Jigsaw gruplarına yerleştirildi.

Tablo.2. Jigsaw tekniğinin uygulandığı gruptaki öğrencilerin asıl gruplarından jigsaw gruplarının oluşturulması

<i>Asıl Gruplar (ekAG)</i>	<i>Jigsaw Gruplar (ekJG)</i>
<i>ekAG1 (A1, A2, A3, A4, A5)</i>	<i>ekJG1 (A1, B1, C1, D1)</i>
<i>ekAG2 (B1, B2, B3, B4, B5)</i>	<i>ekJG2 (A2, B2, C2, D2)</i>
<i>ekAG3 (C1, C2, C3, C4, C5)</i>	<i>ekJG3 (A3, B3, C3, D3)</i>
<i>ekAG4 (D1, D2, D3, D4, D5)</i>	<i>ekJG4 (A4, B4, C4, D4)</i>
	<i>ekJG5 (A5, B5, C5, D5)</i>
<i>Not: ekJG: Elektrokimyanın asıl gruplarından oluşan jigsaw grupları göstermektedir.</i>	

Bu uygulama ile toplam beş jigsaw grubu oluşturuldu. Her bir jigsaw grubundaki dört öğrenci asıl gruplarında aynı konu başlıklarını çalışacak olan öğrencilerden oluşmaktadır. Bu gruplardaki öğrencilerin hepsi konu başlıklarını daha derinlemesine araştırmak, eksikliklerini gidermek, yanlış anlamaları ortadan kaldırmak ve asıl gruplarına geri dönünce konu başlıklarında iyice uzmanlaşmalarına olanak sağlamak amacı ile birlikte çalışmaları sağlandı. Jigsaw grubundaki öğrenciler çalışmanın ikinci haftasında sınıf dışında yapmış oldukları konu araştırmalarını 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 hazırlama çalışmaları yürüttüler. Bu süreçte Jigsaw grubundaki öğrenciler asıl gruplarına döndükleri zaman guruplarına öğretecekleri konu başlıklarını iyice öğrenmiş olarak ve tek tip bir rapor hazırlayarak tüm öğrencilerin asıl gruplarına dönmeleri sağlandı. Bu sayede bütün grupların aynı şeyleri öğrenmeleri, grupların farklı ve eksik öğrenmeleri engellenmiş oldu. Jigsaw gruplarında çalışmalarını

tamamlayıp asıl gruplarına dönen öğrenciler 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.

Geleneksel öğretim; kontrol grubunda elektrokimya ünitesinin içindeki her bir konunun işlenişinde; konu başlıkları ve alt başlıklar tahtaya yazılarak, öğrencilerin bu konuda ne söyleyebilecekleri sorularak önbilgiler tespit edilmiş, konuların önemi ve gündelik yaşamda kullanımı ile ilgili açıklamalarla ilgileri derse çekilmeye çalışılmıştır. Anlatım sırasında gerekli yerlerde soru-cevap tekniği kullanılarak öğrencilere sorular sorulmuş, alınan cevaba göre konuya devam edilmiş veya konu tekrar edilmiştir. Öğrencilere ders dışı çalışma problemleri verilerek pekiştirme yapılmaya çalışılmış ve her dersin sonunda bir sonraki konuya hazır gelmeleri bildirilerek konuların öğretimi tamamlanmıştır.

BULGULAR

Araştırmaya katılan animasyon grubu, jigsaw grubu ve kontrol grubundaki öğrencilerin BDT ve KABT puanları ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Tablo 3. de verilmiştir.

Tablo 3. BDT ve KABT'nin ön-test ve son-test puanlarına ait tanımlayıcı istatistikler

Gruplar		BDT	KABT	
			Ön-test	Son-test
Kontrol	<i>X</i>	7,08	28,25	41,97
	<i>N</i>	38	40	38
	<i>SS</i>	1,583	10,595	11,598
Jigsaw	<i>X</i>	7,15	24,38	60,79
	<i>N</i>	40	40	38
	<i>SS</i>	1,889	10,327	11,828
Animasyon	<i>X</i>	7,74	29,88	66,31
	<i>N</i>	42	42	42
	<i>SS</i>	1,697	11,868	10,245

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BDT puan ortalamaları incelendiğinde deney gruplarındaki öğrencilerin BDT puan ortalamaları ($X_{Animasyon}=7,74$; $X_{Jigsaw}=7,15$) kontrol grubundaki öğrencilerin puan ortalamalarından ($X_{Kontrol}=7,08$) yüksek olduğu görülmüştür. Elektrokimya konularındaki ders başarıları bakımından animasyon ve kontrol grubunun KABT ön-test puan ortalamalarının ($X_{Animasyon}=29,88$; $X_{kontrol}=28,25$) jigsaw grubunun puan ortalamasından ($X_{Jigsaw}=24,38$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca deney gruplarının KABT son-test puan ortalamalarının ($X_{Animasyon}=66,31$; $X_{Jigsaw}=60,79$) kontrol grubundaki öğrencilerin puan ortalamalarından ($X_{Kontrol}=41,97$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin hem BDT ve hemde KABT ön-test puanlarına göre önemli bir farkın olup olmadığını belirlemek için tek yönlü ANOVA testine başvuruldu. Bu teste ait bulgular Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. BDT ve KABT ön-test puanlarına ait ANOVA analizi sonuçları

<i>Bağımlı Değişken</i>	<i>Kaynak</i>	<i>Karelerin Toplamı</i>	<i>SD</i>	<i>Kareler Ortalaması</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
<i>BDT</i>	<i>Gruplar Arası</i>	<i>10,684</i>	<i>2</i>	<i>5,342</i>	<i>1,786</i>	<i>0,172</i>
	<i>Gruplar İçi</i>	<i>349,982</i>	<i>117</i>	<i>2,991</i>		
	<i>Toplam</i>	<i>360,667</i>	<i>119</i>			
<i>KABT</i>	<i>Gruplar Arası</i>	<i>651,015</i>	<i>2</i>	<i>325,508</i>	<i>2,707</i>	<i>0,071</i>
	<i>Gruplar İçi</i>	<i>14311,280</i>	<i>119</i>	<i>120,263</i>		
	<i>Toplam</i>	<i>14962,295</i>	<i>121</i>			

Tablo 4'deki ANOVA analizi sonuçları, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BDT ve KABT puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını göstermektedir [BDT için $F(2,117)=1,786$; KABT için $F(2,119)=2,707$; $p>0,05$]. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin BDT ve KABT puanlarına göre yapılan tek yönlü ANOVA analizine ait bulgulardan; araştırmaya katılan öğrencilerin bilimsel düşünme yetenekleri ve elektrokimya konularındaki ders başarıları bakımından çalışma öncesinde benzer özelliklere sahip oldukları ifade edilebilir.

Elektrokimya konularının öğretiminin, bilgisayar animasyonları tekniği ve jigsaw tekniği ile yapılmasının, öğrencilerin KABT son-test puanlarına etkisinin olup olmadığını test etmeden önce, BDT ve KABT ön-test puanları ile KABT son-test puanları arasındaki korelasyona bakılmıştır. Yapılan Pearson korelasyon analizi, öğrencilerin BDT ve KABT ön-test puanları ile KABT son-test puanları arasında anlamlı bir olmadığını göstermiştir ($r=-0,04$, $n=118$, $p>0,05$ ve $r=+0,02$, $n=118$, $p>0,05$). Bir değişkenin ortak değişken olabilmesi için bağımlı değişken ile arasındaki anlamlı bir korelasyonun olması gerektiğinden BDT ve KABT ön-test puanlarının

kovariate olarak alınması analizin gücünü azaltacaktır. Ancak puan ortalamalarındaki farkların KABT son-test puan ortalamaları üzerinde etkili olabileceği düşüncesi ile bu değişkenler (BDT ve KABT ön-test puanları) kovariate alınarak tek yönlü ANCOVA analizi yapılmış ve bulgular Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. KABT'nin son-test puanlarına ait ANCOVA analizi sonuçları

<i>Kaynak</i>	<i>Karelerin Toplamı</i>	<i>SD</i>	<i>Kareler Ortalaması</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
<i>BDT</i>	<i>133,128</i>	<i>1</i>	<i>133,128</i>	<i>1,055</i>	<i>0,306</i>
<i>KABT ön-test</i>	<i>66,763</i>	<i>1</i>	<i>66,763</i>	<i>0,529</i>	<i>0,468</i>
<i>Gruplar</i>	<i>12896,770</i>	<i>2</i>	<i>6448,385</i>	<i>51,125</i>	<i>0,000</i>
<i>Hata</i>	<i>14252,798</i>	<i>113</i>	<i>126,131</i>		

ANCOVA analizi sonuçları deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin KABT ön-test ve BDT puan ortalamalarına göre düzeltilmiş KABT son-test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermiştir [$F(2,113)=51,125$; $p<0,05$]. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu tespit etmek için yapılan Bonferroni testi sonucunda Jigsaw ve animasyon tekniklerinin kullanıldığı gruptaki öğrencilerle, geleneksel kimya anlatımı kullanılan gruptaki öğrenciler arasında belirgin bir fark görülmüştür ($X_{Animasyon}=66,704$; $X_{Jigsaw}=60,486$; $X_{Kontrol}=41,840$). Deney gruplarının düzeltilmiş puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Elde edilen bulgulardan, kullanılan öğretim yaklaşımının uygulama sonucunda öğrencilerin elektrokimya konularındaki ders başarıları üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu ifade edilebilir.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Bilimsel düşünme testinden elde edilen sonuçlar gruplar arasında önemli bir farkın olmadığını göstermiştir (Tablo 4). Bu sonuçlara göre, uygulamaya katılan grupların bilimsel düşünme becerileri bakımından benzerlik gösterdiği sonucuna varılmıştır. Çalışmada, bilimsel düşünme testinden elde edilen sonuçların Tobin ve Capie (1981) ile Graves (1998)'in aynı amaca yönelik testlerden elde ettikleri sonuçlara göre daha başarılı olduğu, fakat Williamson (1992) ve Yezierski (2003)'nin sonuçlarına göre daha az başarılı olduğu görülmüştür. Ayrıca, öğrencilerin bilimsel düşünme beceri puanlarının akademik başarı puanları arasındaki korelasyona bakıldığında anlamlı bir ilişkinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu bulgular Haidar ve Abraham (1991), Abraham, Williamson ve Westbrook (1994), Williamson ve Abraham (1995), Yezierski (2003) ve Yaman ve Karamustafaoğlu (2006) çalışmalarındaki verilerle uyumludur. Öğrencilerin Bilimsel 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.

Araştırma bulguları, araştırmaya katılan öğrencilerin bilimsel düşünme yetenekleri ve elektrokimya konularındaki ders başarıları bakımından çalışma öncesinde benzer özelliklere sahip olduklarını göstermiştir. Bilimsel düşünme yetenekleri ve elektrokimya konularındaki ön bilgileri arasında fark olmayan öğrencilerin çalışma sonunda ders başarıları arasında anlamlı farklıklar olduğu tespit edilmiştir. KABT'nin son test puanları için, BDT ve KABT'nin ön test puanları kovariate edildiğinde, uygulanan öğretim yaklaşımlarının akademik başarı üzerindeki etkisinin anlamlı olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5). Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan Bonferroni testi sonuçları farklılığın deney ve kontrol grupları arasında deney grupları lehinde olduğunu göstermiştir. Aynı zamanda deney gruplarının Etki Boyutu (EB)

değerlerine göre deney gruplarına uygulanan jigsaw ve animasyon tekniğinin, geleneksel öğretimin uygulandığı kontrol grubuna kıyasla akademik başarıyı artırdığını söyleyebiliriz ($EB_{jigsaw} = 0,626$; $EB_{animasyon} = 0,740$). İki deney grubu arasındaki etki boyutu değerine göre anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir ($EB_{animasyon} = 0,240$).

Araştırmada Jigsaw tekniğinin uygulandığı jigsaw grubunun Geleneksel yöntemle 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 onların cesaretlendirilmesine bağlanabilir. Bu araştırmada jigsaw tekniğinin elektrokimya ünitesinde akademik başarıda geleneksel yöntemle göre daha etkili olduğuna ilişkin sonuçlar; Colosi ve Zales (1998), Sisovic ve Bojovic (2001), Bilgin ve Geban (2002), Ghaith ve El-Malak (2004), Altıparmak ve Nakipoğlu (2002), Slis (2005), Sönmez (2005), Gillies (2006), Atasoy vd (2007), Arslan vd (2006), Avşar ve Alkış (2007) ve de Efe vd (2007) tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur.

Animasyon grubunun jigsaw ve kontrol grubundan daha yüksek akademik başarı göstermesinin nedeni; öğrencilere, bilgisayar animasyonları kullanarak, elektrokimya ile ilgili sunular yapılmasıdır. Böylece öğrenciler, elektrokimyanın doğasını izlemiş ve olayları moleküler boyutta bizzat görmüş olur. Ders sonuna doğru, diğer gruplara yöneltilen “pillerin çalışma prensibi, tuz köprüsün faydası ve elektroliz olayları gibi sorular?” sınıfa yöneltildiğinde, öğrencilerin büyük çoğunluğunun doğru cevap verdiği görüldü. Bu değerlendirmeler göstermiştir ki, elektrokimya gibi öğrenilmesi zor olan konular, moleküler boyutta sunumlar içeren animasyonlar eşliğinde verilirse, öğrenci konuyu çok daha iyi kavramaktadır. Böylece, kimyanın pek çok konusunda var olan dinamik süreçler ve onlara etkiyen faktörlerin, mikro ve makro düzeyde ne gibi değişikliklere sebep olacağını zihninde canlandırabilmeleri mümkün olacaktır. Sonuçta daha kalıcı bir öğrenme gerçekleşmiş olacaktır (Tezcan ve Yılmaz, 2003). Öğrenciler genellikle bilgisayar ile ilgili olduklarından ve bu teknoloji ile uğraşmayı sevdiklerinden, öğretim materyali olarak kavramsal bilgisayar animasyonlarının

kullanılmasıyla gerçekleştirilen bilgisayar destekli öğretim yöntemi öğrencilerin ilgisini daha çok çekmektedir. Bu ilgi, öğrencinin kimya dersine olan ilgisini, buna bağlı olarak da, öğrencinin kimya dersindeki başarısını artırmaktadır.

Ayrıca Geleneksel Öğrenme yönteminde akademik başarılarının diğer tekniklere göre az da olsa artması ise geleneksel öğrenme yönteminin uygulandığı gruplardaki öğrencilerin başarısının diğer teknikleri uygulandığı gruplarla kıyaslanması duyumları üzerine normal koşullarda göstermeyecekleri bazı tepkileri bu araştırmada gösterdikleri kanaatindeyiz. Bu tepki ile denenmek istenen bağımsız değişkene gösterilen tepki arasında bir ilişki bulunmamaktadır (Kollu, 2005). Ancak araştırmaya katılan bireylerin deneysel süreç içinde bulunduklarını bilmeleri, deney grupları ile karşılaştırıldıklarını fark edip kendi gerçek performanslarının üstünde bir performans gösterebilmeleri davranışları ortaya çıkmaktadır. Geleneksel yöntemde genelde tam öğrenme kuramına ilişkin birçok etkinliğin (dönüt, düzeltme, ipucu, pekiştiren, biçimlendirme, yetiştirmeye yönelik değerlendirme) ders sürelerince uygulanması da, geleneksel öğretim yöntemindeki öğrencilerin başarısını artıran etkenler arasında olduğu söylenebilir.

Elektrokimyada; konunun öğretilmesi esnasında ön bilgiye ve kavramsal bilgiye gerekli önemin verilmemesi, elektrokimyasal olayların açıklanmasında sadece öğretmenin konuyu kendi bilgisi doğrultusunda anlatması, olayların görselden uzak tutulması, ders kitaplarında uygun ve kesin olmayan ifadelerin yer alması ve başarının ölçülmesi sürecinde daha çok matematiksel işlem gerektiren sorulara yer verilmesi gibi kriterler üzerinde durulması başarıyı olumsuz yönde etkileyen faktörler olarak sayılabilir (Birss, and Truax, 1990; Garnett and Treagust, 1992; Oduge and Bradley, 1996; Sanger and Greenbowe, 1999, Yılmaz vd. 2002).

Sonuç olarak, hazırlanan bilgisayar animasyonları kullanılarak gerçekleştirilen bilgisayar destekli öğretim yöntemi ve jigsaw tekniği ile dersin işlenmesi, geleneksel anlatım yöntemine göre çok daha başarılı olmuştur.

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.
- Akgün, Ş. (1996). *Fen Bilgisi Öğretimi*. Ankara: Zirve Ofset.
- Altıparmak, M. ve Nakipoğlu, M. (2002). İşbirlikli Öğrenmenin Dizi ve Serilerin Öğretimindeki Etkililiği. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Ankara.
- 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.
- Artut, P.D. & Tarım, K. (2007). The Effectiveness of Jigsaw II on Prospective Elementary School Teachers. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 35(2), 129-141.
- Arslan, O., Bora Doğan, N. ve Samancı- Keskin, N. (2006). İşbirliğine Dayalı Öğrenme Tekniklerinin Onuncu Sınıf Öğrencilerinin Sinir Sistemi Ünitesini Öğrenmelerine Etkisi. *Eğitim Araştırmaları*, 23(1), 1-9.
- Atasoy, B., Genç, E., Kadayıfçı, H. ve Akkuş, H. (2007). Sınıf Öğrencilerinin Fiziksel ve Kimyasal Değişmeler Ünitesini Anlamalarında İşbirlikli Öğrenmenin Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32, 12-21.
- Avşar, Z. ve Alkış, S. (2007). İşbirlikli Öğrenme Yöntemi “Birleştirme I” Tekniğinin Sosyal Bilgiler Derslerinde Öğrenci Başarısına Etkisi. *İlköğretim Online*, 6(2), 197-203
- Ayas, A. & Demirbas, A.J. (1997). Turkish Secondary Students’ Conception of Introductory Chemistry Concept. *Journal of Chemical Education*, 74(5), 518-521.
- 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 Kongresi*, ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, 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.

- Birss, V.I. & Truax, R. (1990). An Effective Approach to Teaching Electrochemistry. *Journal of Chemical Education*, (67), 5, 403-409
- Boo, H. K. (1998). Students' Understandings of Chemical Bonds and the Energetic of Chemical Reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 3 (5), 569-581.
- Boo, H.K. and Watson, J. R. (2001). Progression in High School Students' (Aged 16-18) Conceptualizations about Chemical Reactions in Solution. *Science Education*, 85(5), 568-586.
- Burke, K. A., Greenbowe, T. J. & Windschitl, M. A. (1998). Developing and Using Conceptual Computer Animations for Chemistry Instruction. *Journal of chemical education*, 75(12), 1658-1661.
- Butts, B. & Smith, R. (1987). HSC Chemistry Students' Understanding of the Structure and Properties of Molecular and Ionic Compounds. *Research in Science Education*, 1, 92-201.
- Colburn, A. (2004). Inquiry Scientists Want to Know. *Educational Leadership*, 62(1), 63-66.
- Colosi, J. C. & Zales, C. R. (1998). Jigsaw Cooperative Learning Improves Biology Lab Course. *Bioscience*, 48(2), 118-124.
- 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.
- Doymuş, K. (2007a). Teaching Chemical Equilibrium with the Jigsaw Technique. *Research in Science Education*, 38, 249-260.
- Doymuş, K. (2007b). 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.
- Doymuş, K., Şimşek, Ü ve Şimşek, U. (2005). İşbirlikli Öğrenme Yöntemi Üzerine Derleme: İşbirlikli Öğrenme Yöntemi ve Yöntemle İlgili Çalışmalar. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 59-83.
- Efe, R., Hevedanlı, M., Ketani, S., Çakmak, Ö. ve Aslan-Efe, H. (2007). Ortaöğretim Biyoloji Sınıflarında İşbirlikli Öğrenme Yöntemlerinde Grup Liderlerinin Etkisi.

Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, www.e-sosder.com ISSN:1304-0278, 6(21), 22-40.

- 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.
- Finley, F., Stewart, J. & Yaroch, W. (1982). Teachers' Perceptions of Important and Difficult Science Content. *Science Education*, 66(4), 531-538
- Foley, J., Van Dam, A.S. & Feiner, J. (1990). *Computer Graphics Principles and Practice* (2nd ed). Addison – Wesley, New York, U.S.A.
- Garnett, P.J. & Treagust, D.F. (1992). Conceptual Difficulties Experienced By Senior High School Students of Electrochemistry: Electrochemical (Galvanic) and Electrolytic Cells. *Journal of Research in Science Teaching*, (29), 10, 1079-1099
- 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 Behaviours during Cooperative and Small-Group Learning. *British Journal of Educational Psychology*, 76, 271-287.
- Graves, J.E. (1998). Molecular Insights into the Population Structures of Cosmopolitan Marine Fishes. *Journal of Heredity*, 89(5), 427-437.
- 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.
- Johnstone, A. H. (1993). The Development of Chemistry Teaching. *Journal of Chemical Education*, 70(4), 701- 705.
- Hsin-Kai, W., Krajcik, J.S. & Eliot, S. (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.

- 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.
- Kollu, E. (2005). *Kubalık Öğrenme Tekniklerinden Birlikte Öğrenme Tekniğinin 5. Sınıf Fen Bilgisi Dersinde Öğrencilerin Akademik Başarıları ve Arkadaşlık Düzeylerine Etkisi*. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Lai, C.Y. & Wu, C.C. (2006). Using Handhelds in a Jigsaw Cooperative Learning Environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22, 284-297.
- Laybourne K. (1998). *The animation book: A complete guide to animated film-making – from flip-books to sound cartoons to 3-D animation*. Three Rivers Press. N.Y., U.S.A.
- 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 wWith Current Scientific and Pedagogical Knowledge. *Science Education*, 91(4), 579-603.
- Nicoll, G. (2001). A Report of Undergraduates Bonding Misconceptions. *International Journal of Science Education*, 23(7), 707-730.
- Oduge, N. A. & Bradley, J. D. (1996). Electrode Processes and Aspects Relating To Cell Emf, Current, and Cell Components in Operating Electrochemical Cells. *Journal of chemical education*, 73(12), 1145-1149.
- 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.
- Sanger, M. J. & Greenbowe, T. J. (1999). An Analysis of College Chemistry Textbooks as Sources of Misconceptions and Errors in Electrochemistry. *Journal of Chemical Education*, 76 (6), 853-860
- 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.

- Shaaban, K. (2006). An Initial Study of the Effects of Cooperative Learning on Reading Comprehension, Vocabulary Acquisition, and Motivation to Read. *Reading Psychology*, 27, 377-403.
- Sisovic, D. & Bojovic, S. (2001). The Elaboration of the Salt Hydrolysis Concept by Cooperative Learning. *Journal of Science Education*, 2, 19-23.
- Slavin, R.E. (1980). Cooperative Learning. *Review of Education Research*, 50, 315-342.
- 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.
- Sönmez, S. (2005). *İşbirliğine Dayalı Öğrenme Yöntemi, Birleştirme Tekniği İle Bilgisayar Okur-Yazarlığı Öğretiminin Akademik Başarıya Ve Kalıcılığa Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Taber, K. S. (1997). Students' Understanding of Ionic Bonding: Molecular Versus Electrostatic Framework. *School Science Review*, 78(1), 85-95.
- Tamah, S. M. (2007). *Jigsaw Technique in Reading Class of Young Learners: Revealing Students' Interaction*. Washington, DC: Council on Postsecondary Accreditation. (ERIC No. ED495487).
- Tan, K-C. D. & Treagust, D. (1999). Evaluating Students' Understanding of Chemical Bonding. *School Science Review*, 81(294), 75-83.
- Tezcan, H. & Yılmaz, Ü. (2003). Kimya Öğretiminde Kavramsal Bilgisayar Animasyonları İle Geleneksel Öğretim Yönteminin Başarıya Etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 14(2), 18-32.
- Theall, R. M. (2003). *The Effectiveness of Computer-Generated 3d Animations in Inquiry Chemistry Laboratory*. Doctoral Dissertation, Arizona State University.
- 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.
- Vermaat, H., Kramers-Pals, H. & Schank, P. (2004). The Use of Animations in Chemical Education. In *Proceedings of the International Convention of the Association for Educational Communications and Technology* (pp.430-441). Anaheim, CA.

- Weiss, R.E., Knowlton, D.S & Morrison, G. R. (2002). Principles for Using Animation in Computer Based Instruction: Theoretical Heuristics for Effective Design. *Computers in Human Behaviour*, 18, 465-477.
- Williamson, V.M. (1992). *The Effects of Computer Animation Emphasizing the Particulate Nature of Matter on the Understandings and Misconceptions of College Chemistry Students*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Oklahoma, Norman, Oklahoma.
- Williamson, V.M. & Abraham, M.R. (1995). The Effects of Computer Animation on the Particulate Mental Models of College Chemistry Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 521 – 534.
- Yaman, S. ve Karamustafaoğlu, S. (2006). Öğretmen Adaylarının Mantıksal Düşünme Becerileri ve Kimya Dersine Yönelik Tutumlarının İncelenmesi. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 91-106
- Yeziarski, E. J. (2003). *The Particulate of Matter and Conceptual Change A Cross-Age Study*. Unpublished doctoral dissertation, Arizona State University.
- Yılmaz, A., Erdem, E. ve Morgil, İ. (2002). Öğrencilerin Elektrokimya Konusundaki Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 234-242.