

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN ELEKTROKİMYA KONUSUNDAKİ KAVRAMLARI ANLAMALARINA JİGSAW VE BİLGİSAYAR ANİMASYONLARI TEKNİKLERİNİN ETKİSİ

*Kemal DOYMUŞ
Ataman KARACÖP
Ümit ŞİMŞEK*

*Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü,
Erzurum, Türkiye.*

Alev DOĞAN

Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Ankara, Türkiye.

Özet

Bu çalışmanın amacı, iki farklı öğretim tekniği olan jigsaw ve bilgisayar animasyonları tekniğinin, öğrencilerin elektrokimya konusundaki kavramları doğru anlayıp anlamadıklarını ve bilimsel düşünme becerilerini tespit etmeye yöneliktir. Çalışmaya, eğitim fakültesinde genel kimya dersini alan iki sınıftaki toplam 82 fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Bu sınıfların biri Jigsaw grubu diğeri ise Animasyon grubu olarak belirlenmiştir. Araştırmada Bilimsel Düşünme Testi ve Elektrokimya Kavramları Anlama Testi kullanılmıştır. Bu araştırmanın bulguları bilgisayar animasyonları ve jigsaw teknikleri ile öğretimin öğrencilerin elektrokimya konularını kavramsal anlamaları üzerinde benzer etkilerinin olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte her iki gruptaki öğrencilerin teorik olarak kazandıkları bilgileri uygulamaya yansıtma güçlüklerinin olduğu da bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar animasyonları, jigsaw tekniği, elektrokimya, kavramları anlama, bilimsel düşünme

THE EFFECTS OF JIGSAW AND COMPUTER ANIMATIONS TECHNIQUES ON UNDERGRADUATES' UNDERSTANDING OF ELECTROCHEMISTRY CONCEPTS

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of computer animations and jigsaw techniques on first year undergraduates' understanding of electrochemical concepts in general chemistry, and differences in effects upon students of varying scientific reasoning ability are explored. The study included 82 first-year undergraduate students from two classes of a general chemistry course in a faculty of education in a university. One of the classes was defined as

the Jigsaw group; the second was defined as the animation. In this study, the Test of Scientific Reasoning and Electrochemistry Concepts Understanding Test were used. Findings of the study suggest that teaching through computer animations and jigsaw techniques had equal effects on students' conceptual understanding of electrochemistry topics. However, it is also found that students in the both groups had experienced difficulties in transferring the knowledge gathered into practice.

Key Words: *Computer animations, jigsaw technique, electrochemistry, concepts understanding, scientific reasoning.*

1. Giriş

Etkili bir fen eğitimi için, diğer fen derslerinin yanında kimya dersindeki konuların da doğru şekilde öğretilmesi büyük önem taşımaktadır. Kimya eğitiminin öğrenme-öğretme sürecinde, kimya kavramları ile birlikte öğrenilmesi gereken çeşitli sabit, birim ve sembollerin öğrenciler tarafından tam öğrenilemediği belirlenmiştir (1). Eksik öğrenilen bu bilgilerle de, ileriye dönük daha üst düzeydeki kimya kavramlarına ulaşamamakta, sonuca giden süreklilik bozulmaktadır.

Buna paralel olarak kimya eğitimcileri ve araştırmacıları tarafından yapılan çalışmalarda, kimyada yer alan birçok konunun öğretilmesinde güçlük çekildiği ve öğretim süreçleri sonunda öğrencilerde yanlış anlamalar olduğu belirtilmiştir (2, 3, 4).

Yapılan çalışmaların büyük bir kısmı; öğrencilerin kimya konularındaki anlama düzeylerini ya da kavram yanılgılarını belirlemeye yöneliktir. Kimya eğitimi alan öğrencilerin bu konulardaki anlamlı öğrenmeyi nasıl sağlayacaklarına ilişkin farklı öğretim yöntemlerinin denenmesi ve bunların öğrenci başarısına etkisi çok fazla araştırılmamıştır (5, 6). Öğrenci merkezli olan yeni yöntemler ve kuramlar, bilginin ve becerinin doğrudan öğretmenin tarafından öğrenciye aktarılabilceği varsayımına karşı çıkarak bilgi ve becerinin ancak öğrencinin kendi etkinlikleri ile kazanılabileceğini savunurlar. Araştırmalar, öğretmenin bir konu hakkındaki bilgilerini anlatma, açıklama ve gösterme yoluyla doğrudan öğrenciye aktarma uğraşı sonunda öğrencinin o konu hakkında kazandığı bilgi, bireysel farklılıklar ve farklı deneyimlerden dolayı, öğretmenin sahip olduğu bilgiden tamamıyla farklı olabileceğini göstermiştir (7). Öğretmen merkezli yöntemlerin aksine, öğrenci merkezli yöntemler ve kuramlar, öğrenciyi, karşılaştığı yeni durumları kendi deneyimlerine göre anlam veren aktif öğrenen olarak görmektedir. Araştırmalar bu yöntemlerin geleneksel yöntemlerden daha etkili olduğunu göstermiştir (8).

Bu amaçla birçok fen bilimleri araştırmacısı, öğrenme ve öğretme süreçlerinin doğasını açıklama üzerine yoğunlaşan aktif öğrenme yaklaşımını desteklemektedirler (9). Aktif öğrenme yaklaşımı, öğretmen merkezli ve öğrencilerin pasif dinleyiciler oldukları geleneksel öğretim yöntemlerinin aksine, öğrencinin öğrenmede çok aktif bir konumda bulunması gerektiğini savunmaktadır. Öğrencinin kendisine ulaşan bilgileri aynen almadığı, öğrenmede bireyin ön bilgilerinin, kişisel özelliklerinin ve yine

öğrenme ortamının son derece önemli olduğunu vurgulanmaktadır (10). Bu öğrenme yaklaşımında; projeye dayalı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, bilgisayar animasyonları teknikleri, işbirlikli öğrenme ve işbirlikli öğrenme yönteminin alt teknikleri olan jigsaw teknikleri (Jigsaw II, III, IV, reverse Jigsaw ve konu Jigsaw) ve sorulamaya dayalı öğrenme gibi öğrenme yöntem ve teknikleri kullanılmaktadır (11, 12, 13, 14).

Bu öğrenme yöntem ve tekniklerinden; jigsaw tekniğinin uygulaması ilk olarak değişik branşlardan birçok öğretmenin bir araya getirilmesiyle yapılan bir çalışma ile başlamıştır (15). Daha sonra araştırmacıların orijinal jigsaw üzerine katkılarıyla jigsaw teknikleri çeşitlilik kazanmaya başlamıştır. Literatürde jigsaw II, III, IV, ters jigsaw ve konu jigsaw gibi jigsaw teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır (11, 16, 17, 18, 19, 20). Türkiye’de ise bazı çalışmalarda jigsaw tekniği birleştirme tekniği olarak ifade edilmektedir. Jigsaw tekniklerinin temeli aynıdır, ancak uygulamalarda bazı farklılıklar olmaktadır. Bu teknik, asıl gruplardaki öğrencileri çalışmanın sonunda yeni ve uzman gruplar haline getirerek çalışmadaki tüm öğrencilerin konu alanına ilişkin görevlerini yerine getirip getirmediğini kontrol etme imkânı doğurur (2, 21, 22, 23).

Jigsaw tekniği sınırsız varyasyonlar ile oldukça esnek uygulamalara sahip olmasına rağmen uygulama süreçlerinde dört ana aşaması vardır. 1) giriş aşaması, 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. Daha sonra araştırmacı asıl gruplardaki öğrencilerin her birine çalışılacak olan materyalin bir parçasını verir, 2) uzman grup oluşturma aşaması, bu aşamada araştırmacı asıl gruplarında materyalin ya da ilgili çalışma ünitesinin aynı parçasını alan öğrencileri bir gruba toplayarak uzman gruplar dediğimiz yeni gruplar oluşturur. Bu uzman gruplardaki öğrenciler asıl gruplarına döndüklerinde grup arkadaşlarına öğretecekleri konu başlıklarını uzman grup arkadaşları ile birlikte araştırarak ve çalışarak hazırlarlar, 3) rapor hazırlama ve yeniden biçimlendirme aşamasında ise uzman gruplardaki öğrenciler asıl gruplarına dönerler ve uzman gruplarında araştırmalarını yapıp çalıştıkları konu başlıklarını diğer arkadaşlarına öğretmeye çalışırlar. Bu süreçte de asıl grup arkadaşları ile derinlemesine tartışarak konu başlıklarını iyice öğrenir ve öğretirler, 4) tamamlama ve değerlendirme aşaması, olan son aşamada araştırmacı öğrencilerin öğrenmelerini bütünleştirmek için bireysel, küçük grup ya da tüm sınıfın katıldığı bir aktivite tasarlayabilir. Öğrencileri değerlendirme sürecinde ise işbirlikli öğrenme yönteminde kullanılan değerlendirmeleri yaparak çalışma tamamlanır (11, 24, 25, 26, 27, 28).

Bu çalışmada kullanılan diğer bir öğretim tekniği olan bilgisayar animasyonları tekniği öğretimde farklı roller üstlenmektedir. Bazı araştırmalarda animasyonların üç özelliğinden bahsedilmektedir. Bunlar, resim, belirli hareketlerin gösterimi ve si-

mülasyon (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 (29, 30, 31). Ayrıca öğrencilerin dikkatini konuya çekmek, animasyonların önemli bir fonksiyonudur. Öğretilecek konularla ilgili animasyonlar konunun içeriğine uygun olmalıdır. Aksi durumda, animasyonlar dikkat dağıtıcı olabilir (32). Hareket, animasyonların belirgin özelliğidir. Animasyonların hareketli oluşu dinamik süreçlerin öğretimini kolaylaştırır. Moleküler düzeyde kimyasal işlemler dinamik, görülmesi imkânsız ve genellikle zihinde canlandırması zor olduğu için animasyonlar fen-teknoloji ve kimya eğitiminde güçlü araçlar olabilir (33, 34).

Bu çalışmanın amacı, bilgisayar animasyonları tekniği ile işbirlikli öğrenme yönteminin uygulanmasında kullanılan jigsaw tekniğinin üniversite öğrencilerinin elektrokimya konusundaki kavramları anlamalarına etkilerinin karşılaştırılmasıdır.

Bu araştırma kapsamında, aşağıda belirtilen alt problemler üzerinde durulmuştur.

1. Araştırmaya katılan öğrencilerin bilimsel düşünme becerileri bakımından aralarında anlamlı bir fark var mıdır?

2. Jigsaw tekniği ve bilgisayar animasyonları tekniği ile öğretim gören öğrencilerin elektrokimya ünitesindeki kavramsal anlamaları karşılaştırıldığında hangi teknik daha etkilidir?

3. Jigsaw tekniği ve bilgisayar animasyonları tekniği ile öğretim sonunda öğrenciler hangi kavramları anlamada zorlanırlar?

2. Materyal ve Metot

2. 1. Örneklem

Bu çalışmaya, 2007-2008 öğretim yılının ikinci yarısında Genel Kimya-II dersini alan iki sınıftaki toplam 82 fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Sınıflardan biri, bilgisayar animasyonları tekniğinin uygulandığı animasyon grubu (n=42) diğeri jigsaw tekniğinin uygulandığı jigsaw grubu (n=40) olarak belirlenmiştir.

2. 2. Veri Toplama Araçları

Araştırma verileri, her iki grup için, Bilimsel Düşünme Testi (BDT), Elektrokimya Kavramları Anlama Testi (ekKAT) kullanılarak toplanmıştır.

Bilimsel Düşünme Testi (BDT); araştırma kapsamındaki ünitenin uygulanması sürecine başlarken araştırmaya katılan öğrencilerin bilimsel düşünme yeteneklerini tespit etmek amacıyla uygulanmıştır. BDT; değişkenleri tanımlama ve kontrol etme, orantı kurabilme, ilişki geliştirebilme, olasılık hesaplama ve birleştirebilme kabiliyet-

lerini ölçen bir testtir. BDT bu alt boyutları içine alan 10 çoktan seçmeli (3-5 seçenekli) sorudan oluşmuştur. BDT aynı amaca yönelik kullanılan Lawson'un sınıf bilimsel düşünme testinden yararlanılarak hazırlanmıştır (35). Araştırmada kullandığımız BDT, araştırmacılar tarafından Türkçeye çevrilmiştir. Testteki soruların ifade ve anlam bakımından Türkçeye uygunluğu Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Türkçe Öğretmenliği Bölümünde 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 Atatürk Üniversitesi Dil Merkezi iki öğretim elemanı tarafından incelenmiş ve gerekli görülen düzenlemeler yapılarak teste son hali verilmiştir. BDT araştırma kapsamında olmayan 36 öğrenciye uygulanmış ve BDT için güvenilirlik katsayısı (KR 20) 0,60 olarak tespit edilmiştir. BDT değerlendirilirken doğru cevaplar 1 ve yanlış cevaplar 0 puan olarak alınmıştır. Testten elde edilebilecek en yüksek puan 10 dur.

Elektrokimya Kavramları Anlama Testi (ekKAT); elektrokimya ünitesindeki kavramları anlamalarını ve bu bilgileri uygulayabilmelerini belirlemek amacıyla hazırlanmış 3 yapılandırılmış sorudan oluşturulmuştur. Bu test için hazırlanan sorular, kimya bölümünde elektrokimya konusunda deneyimli kimya eğitiminde görevli üç öğretim elemanından (bir profesör ve iki doçent) oluşan uzman grubun görüşüne sunulmuştur. Testin soruları ilgili öğretim elemanları tarafından gözden geçirilerek, gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Daha sonra, ekKAT için hazırlanan sorular araştırmaya katılmayan fakat elektrokimya ünitesini görmüş olan Kimya Öğretmenliği Eğitimi Ana Bilim Dalı 4. sınıflarında öğrenim gören öğrencilerin bir şubesine uygulanmış ve uygulama sonucunda öğrenciler tarafında anlaşılması zor olan sorular anlaşılır hale getirilmiştir.

2. 3. İşlem

Bu kısımda, araştırma kapsamında yer alan animasyon ve jigsaw tekniklerinin elektrokimya ünitesinin işleniş sürecindeki uygulamaları yer almaktadır. Elektrokimya ünitesi; elektrokimyasal piller, elektrokimyasal enerji kaynakları, elektroliz, faraday kanunları ve elektrokimyasal korozyon olmak üzere beş ana konudan oluşmaktadır. Bu konuların araştırma gruplarındaki anlatımı 5 haftada (20 ders saatinde) tamamlanmıştır.

Animasyon Tekniği ile Öğretim; animasyon grubunda, ilgili ünitenin konuları animasyon tekniği kullanılarak anlatıldı. Çalışmada kullanılan animasyonlar; çeşitli web sitelerinden ve Atatürk üniversitesi "AtanesA" nesne ambarından temin edilerek bilgisayar ve öğretim teknolojileri bölümünde görevli bir uzman tarafından düzenlendikten sonra kullanılmıştır. Elektrokimya ünitesini oluşturan her bir alt konu başlığına ait animasyonlar: 1) "Elektrokimyasal Piller" konusunda, Çinko-Bakır voltatik pilinin anot ve katodunda gerçekleşen olaylar, pilde kullanılan tuz köprüsü ve anot ile katot bölmeleri arasındaki iyon hareketlerini gösteren animasyonlar. 2) "Elektrokimyasal Enerji Kaynakları" konusunda, Lechlanche pili, Hidrojen-Oksijen yakıt pili

ve kurşunlu akümülatörde gerçekleşen olayları gösteren animasyonlar. 3)“Elektroliz” konusunda, iyonik bileşiklerin çözünme olaylarını, bazı çözeltilerin ve ergitilmiş tuzların elektrolizini gösteren animasyonlar. 4) “Korozyon” konusunda demirin korozyonu olayı ile korozyondan korunma yöntemleri olan kaplama ve boyama yöntemlerinin ömürlerinin karşılaştırılmasına ait animasyonlar.

Animasyon tekniğinin uygulandığı sınıfta bir ders saatini (50 dakika) içeren sürenin ilk beş dakikasında öğrencilere konuyla ilgili sorular yöneltilerek öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeyleri tespit edilmiştir. Daha sonra konular animasyon tekniği ile birinci yazar tarafından anlatılmıştır. Animasyonlar projeksiyon cihazı yardımı ile görsel ve hareketli olarak tüm sınıfa ilgili konu ve alt konuların öğretiminde ikişer dakikalık sürelerde gösterilmiştir. Dersin son on dakikasında öğrencilere konuyla ilgili sorular yöneltilmiş, verilen cevaplar doğrultusunda eksiklikler tespit edilmiş ve konuların işlenmesi sırasında anlaşılmayan noktalarda animasyonlar tekrar gösterilmiştir. Ünitenin diğer konuları da aynı şekilde işlenmiştir.

Jigsaw Tekniği ile Öğretim; işbirlikli öğrenme yönteminin uygulanmasında kullanılan tekniklerden olan jigsaw tekniğinin uygulanacağı sınıf (n=40) her biri 20 öğrenciden oluşan iki kısma ayrılmıştır. Çalışmalar iki kısımda da eşit şekilde yürütüldüğünden sadece bir kısım dikkate alınarak jigsaw tekniği ile öğretim süreci ifade edilmiştir. Jigsaw tekniğinin uygulaması 4 aşamada gerçekleştirilmiştir.

Birincisi giriş aşaması, bu aşamada sınıftaki 20 öğrencilik kısım Tablo 1 de verildiği gibi, grupların heterojen olmasına dikkat ederek her biri beş öğrenciden oluşan dört asıl gruba ayrılmıştır. Daha sonra her bir grup kendi aralarında bir grup başkanını belirlemeleri sağlanmıştır. Grupların beş öğrenciden oluşturulmasının nedeni çalışmaların yapılacağı elektrokimya ünitesinin, 1) Elektrokimyasal Piller, 2) Elektrokimyasal Enerji Kaynakları, 3) Elektroliz, 4) Faraday Kanunları ve 5) Korozyon konularını kapsayacak şekilde beş alt başlıkta toplanmış olmasındandır. Sonra her bir asıl gruba beş alt konu başlığını içeren elektrokimya ünitesi verilmiştir. Grup başkanları tarafından ünitadaki beş konu başlığı (örneğin; ekAG1 deki A1 ünitenin birinci alt konusunu, yani elektrokimyasal piller konusunu, A2; ikinci alt konuyu, A3 üçüncü alt konuyu, A4 dördüncü alt konuyu ve A5 beşinci alt konuyu almıştır. Diğer asıl gruplardaki öğrencilere de benzer dağılım yapılmıştır) gruptaki her bir öğrencinin bir alt konuyu araştırması, öğrenmesi ve grup arkadaşlarına öğretebilmesi amacı ile dağıtılmış ve jigsaw tekniğinin birinci aşama uygulamaları tamamlanmıştır. Bu aşama için bir hafta süre verilmiştir.

Tablo 1. Jigsaw tekniğinin uygulandığı gruptaki öğrencilerin asıl gruplara ayrılması

Asıl Gruplar (ekAG)
ekAG1 (A1, A2, A3, A4, A5)
ekAG2 (B1, B2, B3, B4, B5)
ekAG3 (C1, C2, C3, C4, C5)
ekAG4 (D1, D2, D3, D4, D5)

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

İkinci aşama jigsaw grupları oluşturma, bu aşamada ise asıl gruplarında ünitadaki aynı alt konu başlığını alan öğrencilerden Tablo 2 de gösterilen jigsaw grupları oluşturulmuştur. Jigsaw gruplarındaki öğrencilerden A1, B1, C1, ve D1 öğrencileri elektrokimyasal piller konusunu; A2, B2, C2, ve D2 öğrencileri elektrokimyasal enerji kaynakları konusunu; A3, B3, C3, ve D3 öğrencileri elektroliz konusunu; A4, B4, C4, ve D4 öğrencileri faraday kanunları konusunu ve A5, B5, C5, ve D5 öğrencileri korozyon konusunu çalışmışlardır. Jigsaw gruplarındaki öğrencilerin hepsinin konu başlıklarını daha derinlemesine araştırmalarını, eksikliklerini gidermelerini ve konu başlıklarında iyice uzmanlaşarak asıl gruplarına geri dönmelerini sağlamak için birlikte çalışmalarına imkân tanınmıştır. Jigsaw gruplarındaki öğrenciler konularını araştırıp öğrendikten sonra, kendi asıl gruplarındaki diğer alt konu başlıklarını alan arkadaşlarına konularını öğretmek için kullanacakları konu raporunu harlayarak çalışmalarını tamamlamışlardır. Bu aşama için bir hafta süre verilmiştir.

Üçüncü aşama rapor hazırlama ve yeniden biçimlendirme, bu aşamada ise jigsaw gruplarındaki öğrenciler asıl gruplarına dönmüşler ve jigsaw gruplarında araştırmalarını yapıp çalıştıkları konu başlıklarını diğer arkadaşlarına öğretmeye çalışmışlardır. Bu süreçte de asıl grup arkadaşları ile derinlemesine tartışarak konu başlıklarını iyice öğrenme ve öğretme fırsatı bulmuşlardır. Asıl gruplardaki grup elemanlarının hepsi konu başlıklarını birbirlerine öğrettikten sonra bir ünite raporu hazırlayarak çalışmalarını tamamlamışlardır. Daha sonra çalışmanın son iki haftasında sekiz saatlik ders sürelerinde bütün asıl gruplar sınıf içerisinde iki ders saati süresince grup sunumlarını yaparak çalışmalarını sonlandırmışlardır.

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

Asıl Gruplar (ekAG)	Jigsaw Grupları (ekJG)
ekAG1 (A1, A2, A3, A4, A5)	ekJG1 (A1, B1, C1, D1)
ekAG2 (B1, B2, B3, B4, B5)	ekJG2 (A2, B2, C2, D2)
ekAG3 (C1, C2, C3, C4, C5)	ekJG3 (A3, B3, C3, D3)
ekAG4 (D1, D2, D3, D4, D5)	ekJG4 (A4, B4, C4, D4)
	ekJG5 (A5, B5, C5, D5)

Not: ekJG: Elektrokimyanın asıl gruplarından oluşan jigsaw gruplarını göstermektedir.

Dördüncü aşama tamamlama ve değerlendirme, bu aşamada öğrencilerin öğrenmelerini bütünleştirmek için önce rasgele seçilen dört öğrencinin katıldığı bireysel tartışma, daha sonra karşılıklı iki asıl gruptaki öğrencilerin katıldığı grup tartışması yapılmıştır. Son olarak ta tüm sınıfın katıldığı elektrokimya ünitesiyle ilgili soru-cevap şeklinde tartışma etkinliği yürütülerek ünite ile ilgili genel değerlendirme yapılmıştır.

3. Bulgular

Bu kısımda araştırmada kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen veriler ve bunların istatistiksel analiz sonuçları sunulmuştur. Araştırma kapsamındaki ünitenin öğretimi sürecine başlarken araştırma gruplarındaki öğrencilerin bilimsel düşünme yeteneklerini tespit etmek amacıyla uygulanan BDT'nin beş alt boyutunun her birinden ve BDT'den alınan toplam puanlara ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Araştırmaya katılan öğrencilerin BDT puanlarına ait tanımlayıcı istatistikler

Bilimsel Düşünmenin Boyutları	Jigsaw Grubu (N=40)		Animasyon Grubu (N=42)	
	X	SS	X	SS
İlişki Kurma	1,65	0,483	1,71	0,508
Oransal Düşünme	1,35	0,580	1,40	0,734
Değişken Kontrolü	1,55	0,677	1,88	0,453
Kombinasyonel Düşünme	0,48	0,599	0,24	0,431
Olasılıklı Düşünme	1,38	0,586	1,62	0,623
BDT Toplam Puan	6,38	1,409	6,86	1,049

Maksimum puan: 10 (Bilimsel Düşünmenin Her bir boyutu için 2 puan)

Tablo 3'deki verilere göre animasyon grubundaki öğrencilerin bilimsel düşünmenin; ilişki kurma, oransal düşünme, değişken kontrolü, olasılıklı düşünme alt boyutlarında jigsaw grubuna göre daha yüksek ortalamalara sahipken, kombinasyonel düşünme alt boyutunda jigsaw grubundaki öğrenciler animasyon grubuna göre daha yüksek ortalamalara sahiptirler. Bununla birlikte animasyon grubunun BDT puan ortalamasının jigsaw grubuna göre daha yüksek olduğu görülmektedir ($X_{Animasyon} = 6,86$; $X_{Jigsaw} = 6,25$). Araştırma gruplarının BDT puanları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için t-testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. BDT puanları için t-testi sonuçları

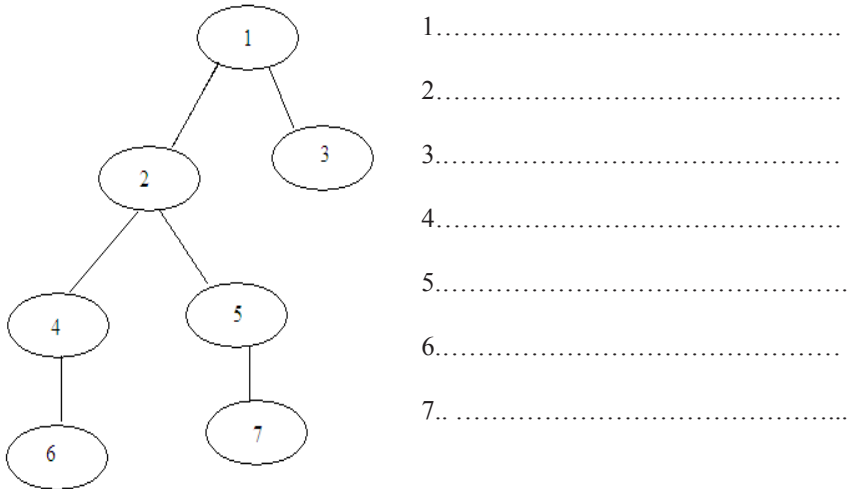
	Grup	X	SS	t	p
BDT Toplam Puan	Jigsaw	6,38	1,409	1,763	0,082
	Animasyon	6,86	1,049		

Tablo 4 incelendiğinde BDT puanları için yapılan t-testi sonuçları, animasyon ve jigsaw gruplarındaki öğrencilerin bilimsel düşünme yetenekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir [$t_{(80)}=1,763$; $p>0,05$]. Bu bulgulara göre araştırmaya katılan öğrencilerin bilimsel düşünme becerileri bakımından benzer özelliklere sahip oldukları ifade edilebilir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin elektrokimya ünitesindeki kavramsal anlamalarını tespit etmek için kullanılan ekKAT'nin üç sorusuna öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar soru bazında ayrı ayrı incelenmiş ve elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

Soru-1) Aşağıda verilen kavramları Şekil 1' deki kavram haritasında numaralı yerlere kavram sırasını dikkate alarak yerleştiriniz.

Elektrot, elektrolit, anot, indirgenme, elektrokimyasal pil, yükseltgenme ve katot.

**Şekil 1. Soru 1 için hazırlanan kavram haritası**

Bu soru, öğrencilerin elektrokimya ile ilgili bazı kavramlardan bir kavram haritasını oluşturabilme becerisini ölçmeye yöneliktir. Sorunun değerlendirmesi ise kavramların verilen kavram haritasına yerleştirilme durumuna göre yapılmıştır. Kavram haritasında yukarıdan aşağı doğru her bir doğru kavram için 10 puan verilerek puanlar oluşturulmuştur. Puan verme işlemi doğru kavramdan sonra verilen ilk yanlış ka-

dardır. Yani bir üst kategorideki kavramı doğru cevaplamadan alt kategorideki kavramı cevaplamaya puan verilmemiştir.

Araştırma gruplarının soru 1'den almış oldukları puanlar için t-testi yapılmış ve elde edilen analiz sonuçları Tablo 5'de verilmiştir.

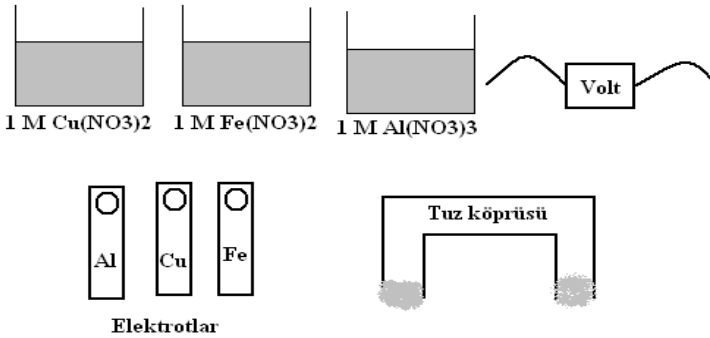
Tablo 5. Soru 1'e ait puan ortalamalarının t-testi analiz sonuçları

Gruplar	N	X	SS	sd	t	p
Jigsaw	40	56,25	24,981	80	0,348	0,729
Animasyon	42	54,29	26,146			

Maksimum puan 70

Tablo 5'e göre jigsaw ve animasyon gruplarındaki öğrencilerin elektrokimya konusundaki bazı kavramları kavram haritası üzerinde doğru kullanma becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir [$t_{(80)}=0,348$; $p>0,05$].

Soru-2) Şekil 2'de verilen sulu bir pilin parçalarını kullanarak, en büyük pozitif E^0_{pil} değerine sahip olabilecek pili oluşturunuz, bu pilde gerçekleşen yarı pil ve net pil reaksiyonlarını yazınız. (Standart indirgenme potansiyelleri soru kâğıdının ekinde öğrencilere verilmiştir).



Şekil 2. Soru 2'de sulu pil oluşturmak için verilen materyaller

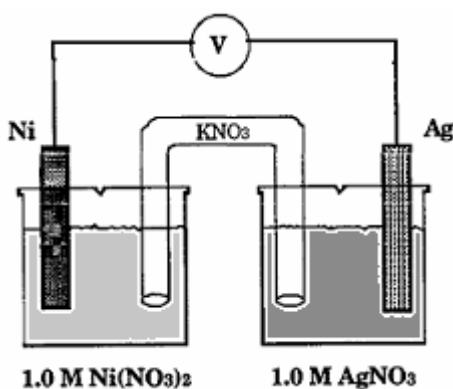
Bu soru 4 kategoride değerlendirilmiştir. (kategori 1) sadece yarı pil ve net pil reaksiyonu yapanlar, (kategori 2) sadece pillin şeklini çizenler (kategori 3) hem pillin şeklini çizen hem de yarı pil ve net pil reaksiyonlarını yapanlar ve (kategori 4) cevap vermeyen yada üç kategoriyi de yanlış cevaplayanlar. Bu kategorilerden elde edilen frekansların Ki-Kare analizi yapılmış ve analiz sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Soru 2'deki kategorilere ait frekansların ki-kare analizi sonuçları

		Kategori1	Kategori2	Kategori3	Kategori4	Toplam
Jigsaw	N	1	8	17	14	40
	%	2,5	20,0	42,5	35,0	100,0
Animasyon	N	2	9	22	9	42
	%	4,8	21,4	52,4	21,4	100,0

$$\chi^2=2,073; \text{sd}=3; \text{p}=0.557$$

Tablo 6 incelendiğinde verilen materyalleri kullanarak en yüksek potansiyele sahip bir elektrokimyasal pil oluşturan (anot ve katot'un belirlenmesi, yarı reaksiyonların ve net pil reaksiyonun yazılması ve pil potansiyelinin hesaplanması) öğrencilerin oranı jigsaw tekniğinin uygulandığı grupta %2,5 iken bilgisayar animasyonlarının kullanıldığı grupta %4,8 olduğu görülmektedir. Ancak oluşturulan pilin yarı reaksiyonlarını ve net pil reaksiyonunu doğru şekilde yazmadan sadece pilin şeklini doğru gösteren öğrencilerin jigsaw grubunda %20, animasyon grubunda %21,4 olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte oluşturulan pilin hem reaksiyonlarını doğru yazıp hem de şeklini doğru gösteren öğrencilerin jigsaw grubunda %42,5 iken animasyon grubunda %52,4 olduğu görülmektedir. Ayrıca verilen materyalleri kullanarak bir elektrokimyasal pil oluşturma ve oluşturulan pilin şeklini gösterme sorusunu cevaplamayan ve tamamen yanlış cevap veren öğrencilerin jigsaw grubunda %35, animasyon grubunda %21,4 olduğu tespit edilmiştir. Jigsaw ve bilgisayar animasyonları teknikleri ile öğretim alan öğrencilerin elektrokimyasal pil oluşturma ve pilin şeklini göstermeye ilişkin cevapları arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı bulunmuştur [$\chi^2_{(3)}=2,073; P>0,05$].

**Şekil 3. Ni-Ag sulu pili**

Soru 3. Şekil 3’de verilen sulu pilde her bir parçanın görevi nedir?

Bu soruya ait öğrenci cevapları pili oluşturan kısımlar dikkate alınarak değerlendirildi. Bu kısımlar; Elektrotlar, Tuz köprüsü, Çözeltiler ve İletken Tel olarak belirlenmiştir. İlgili pilin her bir parçasına ve tamamına doğru cevap veren öğrencilerin frekans ve yüzde değerleri Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Soru 3 için kategorilere göre öğrencilerin kavramları doğru kullanmalarına ait frekans ve yüzde değerleri

Pil Kısımları	Jigsaw Grubu (N=40)		Animasyon Grubu (N=42)	
	f	%	f	%
Elektrotlar	31	78	26	62
Tuz Köprüsü	36	90	39	93
Çözeltiler	16	40	21	50
İletken tel	13	33	20	48
Tüm kategorileri doğru cevaplayanlar	5	13	6	14

Tablo 7 incelendiğinde, jigsaw grubundaki öğrencilerin %78’i, animasyon grubundaki öğrencilerin %62’si sulu bir pili oluşturan parçalardan biri olan elektrotların görevlerini doğru olarak ifade ettikleri görülmektedir. Öğrenci ifadelerinin, elektrotların elektriği ilettikleri, anot ve katot olarak yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonlarının gerçekleşmesinde görev aldıkları şeklinde olduğu görülmüştür. İkinci kategori olarak değerlendirilen tuz köprüsünün sulu pil içindeki fonksiyonuna ilişkin jigsaw grubundaki öğrencilerin %90, animasyon grubundaki öğrencilerin %93 civarında doğru cevaplar verdikleri tespit edilmiştir. Doğru cevaplar, tuz köprüsünün sulu pil içinde çözeltiler arasındaki iyon dengesini sağlama fonksiyonunun olduğu şeklinde ifade edilmiştir. Üçüncü kategoride sulu pilde kullanılan çözeltilerin pil içindeki görevlerine ilişkin, jigsaw grubundaki öğrenciler %40, animasyon grubundaki öğrenciler %50 doğru cevap vermişlerdir. Kullanılan çözeltilerin iyon ve elektron hareketleri vasıtası ile iletkenliği sağlama görevinin olduğu şeklinde ifadelerin kullanıldığı görülmüştür. Dördüncü kategoride sulu pil düzeneğinde kullanılan iletken telin fonksiyonuna ilişkin, jigsaw grubundaki öğrencilerin %33’ü, animasyon grubundaki öğrencilerin %48’i iletken telin pilde anot ve katot bölmeleri arasında elektron akışını sağlama görevini üstlendiği şeklinde doğru cevaplar vermişlerdir. Her bir parçanın görevine ilişkin cevapların yanında tüm kategorileri doğru olarak cevaplayan öğrencilerin jigsaw grubunda %13, animasyon grubunda %14 olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca, araştırma gruplarındaki öğrencilerin ekKAT'ta yer alan sorulara vermiş oldukları cevaplarda en fazla kullandıkları yanlış kavramlar Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. Soru 2 ve 3 için kategorilere göre öğrencilerin kullandıkları yanlış kavramlara ait frekans ve yüzde değerleri

Öğrencilerin Kullandığı Yanlış Kavramlar	Jigsaw Grubu (N=40)		Animasyon Grubu (N=42)	
	f	%	f	%
-Soru 2 için, Al-anot; Fe-katottur	10	25	4	9,5
-Anotta $Al_{(k)} \rightarrow Al^{+3}_{(aq)} + 3e^-$	10	25	4	9,5
-Katotta $Fe^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Fe_{(k)}$	3	7,5	3	7,1
-Katotta $Fe^{+3}_{(aq)} + e^- \rightarrow Fe^{+2}_{(aq)}$ yarı reaksiyonları gerçekleşir	7	17,5	1	2,3
-Soru 3 için, Elektrotlar indirgenir veya yükseltgenirler	0	0	9	21
-Elektrotlar devreye iyon ve elektron sağlar	3	7,5	3	7,1
-Çözeltiler potansiyel fark oluşturarak devreden akım geçmesini sağlar	1	2,5	3	7,1
-İndirgenme ve yükseltgenme çözeltilerde gerçekleşir	4	10	1	2,3

Tablo 8 incelendiğinde, soru 2'de verilen üç farklı metal ve bu metallerin sulu çözeltileri kullanılarak en yüksek pil potansiyeline sahip elektrokimyasal pilin belirlenmesi ve pilde gerçekleşen reaksiyonların yazılmasına ilişkin jigsaw grubundaki öğrencilerin %25'i, animasyon grubundaki öğrencilerin %9,5'i yanlış cevap verdikleri görülmektedir. Öğrenciler bu soruya en yüksek pil potansiyeline sahip elektrokimyasal pilin, Al-Fe pili olacağı, anotta Alüminyum'un yükseltgeneceği, katotta $Fe^{+2}_{(aq)}$ ve $Fe^{+3}_{(aq)}$ iyonlarının indirgeneceği şeklinde standart indirgenme potansiyellerine göre kıyaslama yapıldığında yanlış olan cevaplar vermişlerdir. Yine soru 3'de sulu bir pili oluşturan parçaların fonksiyonlarına ilişkin, animasyon grubundaki öğrencilerin %21'i elektrotların indirgendikleri ve yükseltgendikleri, jigsaw grubundaki öğrencilerin %7,5'i ve animasyon grubunun %7,1'i elektrotların devreye iyon ve elektron sağladığı şeklinde yanlış ifadeler kullanarak cevap vermişlerdir. Aynı soruda jigsaw grubunun %2,5'i ve animasyon grubunun %7,1'i sulu pilde kullanılan çözeltilerin potansiyel fark oluşturarak devreden akım geçmesini sağlama fonksiyonunun olduğu, jigsaw grubunun %10'u ve animasyon grubunun %2,3'ü indirgenme ve yükseltgenme olaylarının doğrudan çözeltilerde gerçekleştiği şeklinde yanlış ifadeler kullandıkları görülmüştür.

4. Sonuç ve Tartışma

BDT'den elde edilen sonuçlar gruplar arasında anlamlı bir farkın olmadığını göstermiştir (Tablo 4). Bu sonuçlara göre, hem jigsaw hem de animasyon grubunda uygulamaya katılan öğrencilerin bilimsel düşünme becerileri bakımından benzerlik gösterdiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, bu çalışmada her iki grup için BDT'den elde edilen sonuçların bazı araştırmacıların aynı amaca yönelik olarak kullandıkları testlerden elde ettikleri sonuçlarla paralel olduğu (36, 37), fakat bazı araştırmacıların sonuçlarına göre daha başarılı olduğu görülmüştür (35). Araştırma grupları arasında BDT puanlarına göre farkın olmayışı, bu grupları oluşturan öğrencilerin aynı programda okumaları ve programa yerleştirme derecelerinin birbirine çok yakın olmasına bağlanabilir.

Öğrencilerin (S1) den almış olduğu puanların değerlendirilmesinde anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Buradan hareketle, her iki araştırma grubunun da elektrokimya ünitesinde geçen kavramları kullanarak bir kavram haritasını oluşturabilecekleri sonucuna varılmıştır. S1 deki sonuca göre, hem jigsaw tekniğinin hem de animasyon tekniğinin eğitimde uygulanması durumunda öğrencilerin konularda geçen kavramları yerine göre kullanılacakları, ifade edilebilir. Bununla birlikte, jigsaw ve animasyon gruplarındaki öğrencilerin S1 de verilen kavramlardan kavram haritası oluşturma puanlarının yüksek olmasının (Tablo 5) başlıca nedeni, animasyon grubuna uygulanan animasyonların, öğrencilerin dikkatlerini konun üzerine toplaması ve daha çok ders çalışmaya yönlendirmesi olabilir. Jigsaw gruplarında ise, öğrenciler kendilerini bir gruba ait hissetmekte, sorumluluk almakta, herhangi bir sorunla karşılaştıklarında yaşıt desteğiyle bunu daha kolay aşabilmekte özetle işbirlikli öğrenme sınıflarındaki olumlu sınıf atmosferi öğrencileri olumlu yönde etkilemektedir. İşbirlikli kavram haritalamanın öğrencilerin başarı güdüsünü olumlu yönde etkilemesinin nedeni işbirlikli öğrenme aktivitelerinin olumlu sınıf atmosferi oluşturmaya bağlı olabilir. Ayrıca işbirlikli öğrenmenin, öğrencilere eşit başarı fırsatı tanıdığı, olumlu başarı yaşantılarının öğrencilerin başarı güdülerini etkilediği, gruplar halinde çalışmanın öğrenciler arasında bir tartışma ve yardımlaşma ortamı oluşturmaya ve öğrencileri daha çok araştırmaya yöneltme açısından uygun olmasına da bağlanabilir (38, 39, 40, 41).

Soru 2 ye hem jigsaw hem de animasyon grubundaki öğrenciler istenilen düzeyde cevap verememişlerdir (Tablo 6). Buda, elektrokimya konularında öğrencilerin kısa süreli bir eğitim anlayışı ile hem teoriyi hem de uygulamayı istenilen düzeyde başaramayacakları sonucunu ortaya çıkarmıştır. Bu konuda yapılan araştırmalar öğrenci ve öğretmenlerin bu konuda güçlüklerle karşılaştıklarını doğrulamaktadır (42). Bu çalışmada bu soruyla ilgili olarak elde edilen diğer bir sonuçta, öğrencilerin kimyasal reaksiyonları tahmin ederken standart indirgenme potansiyellerini kullanmada güçlük çekmeleridir. Bu sonuca benzer sonuçlar önceki araştırmalarda da elde edilmiştir (43).

Soru 3 de, bir pil düzeneğini oluşturan parçalardan elektrotun görevini açıklama-

da, jigsaw grubu, animasyon grubuna göre daha fazla başarı göstermiştir. Tuz köprüsünün, çözeltilerin ve iletken telin görevini açıklamada ise animasyon grubu, jigsaw grubundan daha başarılı olmuştur (Tablo 7). Animasyon grubun başarılı olmasının başlıca nedeni, konu ile ilgili animasyonların gösterilmesi suretiyle öğrencilerin, pilde gerçekleşen olayların mikro düzeyde incelenmesine imkân tanınması olabilir.

Ayrıca, bu araştırma da sorulan sorular ışığında öğrencilerin en fazla kullandıkları yanlış kavramlar 4 alanda tartışılmıştır (Tablo 8). Bu alanlar; 1) elektrotlar, 2) yarı pil reaksiyonları, 3) pildeki mevcut çözeltiler ve 4) tuz köprüsüdür. Araştırma grubu öğrencilerinin elektrotların hangisinin katot ve hangisinin anot olduğunu belirlemede zorluk çektikleri görülmektedir. Bu durum, standart indirgenme ya da yükseltgenme potansiyellerinin kıyaslamada kullanılmamış olmasından kaynaklanabilir. Yarı pil reaksiyonlarının yazımı ve çözeltilerde bulunan iyonlarının, hareketi, ortamda azalması ve ortamda artması durumunda tuz köprüsünün devreye girmesi hususunda yanlış ifadeler çok kullanılmıştır. Örneğin bir öğrenci “*S3’de NiNO₃ çözeltilisinin bulunduğu kaptaki Ni⁺² iyonlarının tuz köprüsünden AgNO₃ çözeltinin bulunduğu kaba geçtiğini ifade etmiştir*” diğer bir öğrenci ise “*pildeki çözeltilerin elektron taşıdığını ifade etmiştir*” buda bazı öğrencilerin elektrokimyadaki konuları tam öğrenemediklerini göstermektedir. Benzer yanlış kavramların kullanımı bu alanda yayılan diğer çalışmalarda da elde edilmiştir (44)

Sonuç olarak, bu çalışmada uygulanan bilgisayar animasyonları ve jigsaw tekniklerinin öğrencilerin elektrokimya konularındaki kavramsal anlamalarına etkilerinin benzerlik gösterdiği sonucu elde edilmiştir. Ancak her iki öğretim tekniğinin uygulandığı gruplardaki öğrencilerin teorik olarak kazandıkları bilgileri uygulamaya yansıtma da güçlüklerinin olduğu sonucuna varılmıştır. Bu araştırmanın sonuçları bundan sonraki araştırmalarda bu iki tekniğin fen derslerinin teorik ve uygulama (laboratuvar) aşamalarındaki etkilerinin belirlenmesinin faydalı olacağına işaret etmektedir.

5. Kaynaklar

1. Seçken, N., Yücel, S., Morgil, F. İ., Yüksek öğretimde bazı kimya bilgilerinin sınıf düzeyi ve cinsiyete göre dağılımı, Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi, C.19, Sayı: 2, s. 1-14, 2002.
2. Doymuş, K., Şimşek, Ü., Kimyasal bağların öğretilmesinde jigsaw tekniğinin etkisi ve bu teknik hakkında öğrenci görüşleri, Milli Eğitim Dergisi, C. 173, Sayı: 1, s. 231-243, 2007.
3. Nicoll, G., A Report of undergraduates bonding misconceptions, International Journal of Science Education, C. 23, Sayı: 7, s. 707-730, 2001.
4. Piquette, J. S., Heikkinen, H. W., Strategies reported used by instructors to address student alternate conceptions in chemical equilibrium, Journal of Research in Science Teaching, C. 42, Sayı: 10, s. 1112-1134, 2005.
5. Ginns, I. S., Watters, J. J. An analysis of scientific understandings of preservice elementary teacher education, Journal of Research in Science Teaching, C. 32, Sayı: 2, 205-222, 1995.

6. Nakiboğlu, C., Maddenin yapısı ünitesinin işbirlikli öğrenme yöntemi kullanılarak kimya öğretmen adaylarına öğretilmesinin öğrenci başarısına etkisi, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, C. 21, Sayı: 3, s. 131-143, 2001.
7. Akar, F., Buluş Yoluyla Öğrenmenin İlköğretim İkinci Kademe Matematik Dersinde Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisi, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana, 2006.
8. Çelik, S., Şenocak, E., Bayrakçeken, S., ve diğerleri., Aktif öğrenme stratejileri üzerine bir derleme çalışması, *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, C. 11, s. 155-185, 2005.
9. Herron, J.D., *The Chemistry Classroom: Formulas for Successful Teaching*, Washington: American Chemical Society, Product Services Office, 1996.
10. Staver, J. R., Constructivism: Sound theory for explicating the practice of science and science teaching, *Journal of Research in Science Teaching*, C. 35, Sayı: 5, s. 501-520, 1998.
11. Doymus, K., Teaching chemical equilibrium with the jigsaw technique, *Research in Science Education*, C. 38, Sayı: 2, s. 249-260, 2008.
12. Cuevas, P., Lee, O., Hart, J., et al., Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds, *Journal of Research in Science Teaching*, C. 42, Sayı: 3, s. 337-357, 2005.
13. Colburn, A., Inquiry scientists want to know, *Educational Leadership*, C. 62, Sayı: 1, s. 63-66, 2004.
14. Wu, H.-K., Krajcik, J.S., Soloway, E., Promoting understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom, *Journal of Research in Science Teaching*, C. 38, Sayı: 7, s. 821-842, 2001.
15. Aronson, E., *The Jigsaw Classroom*, Beverly Hills: Sage Publications, 1978.
16. Slavin, R. E., *Using Student Team Learning* (3th Ed). Boltimore: The Johns Hopkins University, 1986.
17. Stahl, R., *Cooperative Learning in Social Studies: A Handbook for Teachers*, California: Menlo Park, CA Addison-Wesley Publishing, 1994.
18. Holliday, D. C., *Jigsaw IV: Using Student/Teacher Concerns to Improve Jigsaw III*, (ERIC Document Reproduction Service No. ED495687). Retrieved from ERIC database, 1995.
19. Hedeem, T., The Reverse Jigsaw: A process of cooperative learning and discussion, *Teaching Sociology*, C. 31, Sayı: 3, s. 325-332, 2003.
20. **Doymus, K.**, The effect of a cooperative learning strategy in the teaching of phase and one-component phase diagrams, *Journal of Chemical Education*, C. 84, Sayı: 11, s. 1857-1860, 2007.
21. Altıparmak, M., Nakipoğlu, M., İşbirlikli Öğrenmenin Dizi ve Serilerin Öğretimindeki Etkililiği, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara, 2002.
22. Atasoy, B., Genç, E., Kadayıfçı, H., ve diğerleri., Sınıf öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişmeler ünitesini anlamalarında işbirlikli öğrenmenin etkisi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, C. 32, s. 12-21, 2007.
23. Avcı, S., Fer, S., Birleştirme II tekniği ile oluşturulan işbirliğine dayalı öğrenme ortamının öğrenciler üzerindeki etkisi: Kartal Mesleki Eğitim Merkezi'nde bir durum çalışması, *Eğitim ve Bilim*, C. 29, Sayı: 134, s. 61-74, 2004.

24. Artut, P.D., Tarim, K., The Effectiveness of jigsaw II on prospective elementary school teachers, *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, C. 35, Sayı: 2, s. 129-141, 2007.
25. Eilks, I., Experiences and reflections about teaching atomic structure in a jigsaw classroom in lower secondary school chemistry lessons, *Journal of Chemical Education*, C. 82, Sayı: 2, s. 313-319, 2005.
26. Lai, C.Y., Wu, C.C., Using handhelds in a jigsaw cooperative learning environment, *Journal of Computer Assisted Learning*, C. 22, s. 284-297, 2006.
27. Shaaban, K., An Initial study of the effects of cooperative learning on reading comprehension, vocabulary acquisition, and motivation to read, *Reading Psychology*, C. 27, s. 377-403, 2006.
28. Tamah, S. M., Jigsaw Technique in reading class of young learners: revealing students' interaction, Washington, DC: Council on Postsecondary Accreditation, (ERIC No. ED495487), 2007.
29. Tezcan, H., Yılmaz, Ü., Kimya öğretiminde kavramsal bilgisayar animasyonları ile geleneksel öğretim yönteminin başarıya etkileri, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, C. 14, Sayı: 2, s. 18-32, 2003.
30. Large, A., Computer animation in an instructional environment, *Library & Information Science Research*, C. 18, s. 3-23, 1996.
31. Weiss, R.E., Knowlton, D.S., Morrison, G. R., Principles for using animation in computer based instruction: theoretical heuristics for effective design, *Computers in Human Behaviour*, C. 18, s. 465-477, 2002.
32. Vermaat, H., Kramers-Pals, H., Schank, P. 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, 2004.
33. Burke, K. A., Greenbowe, T. J., Windschitl, M. A., Developing and using conceptual computer animations for chemistry instruction, *Journal of Chemical Education*, C. 75, Sayı: 12, s. 1658-1661, 1998.
34. Sanger, M. J., Greenbowe, T. J., An analysis of college chemistry textbooks as sources of misconceptions and errors in electrochemistry, *Journal of Chemical Education*, C. 76, Sayı: 6, s. 853-860, 1999.
35. Yezierski, E. J., The Particulate of Matter and Conceptual Change a Cross-Age Study Unpublished Doctoral Dissertation, Arizona State University, 2003.
36. Tobin, K., Capie, W., Development and Validation of a Group Test of Logical Thinking, *Educational and Psychological Measurement*, C. 41, Sayı: 2, s. 413-424, 1981.
37. Graves, A. P., 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, Unpublished Doctoral Dissertation, The University of Oklahoma Graduate College, Norman, Oklahoma, 1998.
38. Okebukola, P.A., Attaining meaningful learning of concepts in genetics and ecology: an examination of the potency of the concept-mapping technique, *Journal of Research in Science Teaching*, C. 27, Sayı:10, s. 493-504 1990.
39. Yılmaz, A., İşbirliğine Dayalı Öğrenme: Etkili ancak ihmal edilen ya da yanlış kullanılan bir metot, *Milli Eğitim Dergisi*, C. 150, s. 46-50, 2001.

40. Güvenç, H., Açıkgöz, K. Ü., The effects of cooperative learning and concept mapping on learning strategy use, *Educational Sciences: Theory & Practice*. C. 7 Sayı: 1, s. 117-127, 2007.
41. Jo, I., The Effects of Concept Mapping on College Students' Comprehension of Expository Text, Unpublished Doctoral Dissertation, Florida State University, Tallahassee, 2001.
42. Allsop, R. T., George, N. H., Redox in nuffield advanced chemistry, *Education in Chemistry*, C. 19, s. 57-59, 1982.
43. Garnett, P.L., Treagust, D. F., Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: electrochemical (galvanic) and electrolytic cells, *Journal of Research in Science Teaching*, C. 29, Sayı:10, s. 1079-1099, 1992.
44. Sanger, M. J., Greenbowe, T. J., Addressing student misconceptions concerning electron flow in aqueous solutions with instruction including computer animations and conceptual change strategies, *International Journal of Science Education*. C. 22, Sayı: 5, s. 521-534, 2000.