

Bilimsel Tartışma ve Lise Öğrencilerinin Çözünürlük Dengesi ve Asitler-Bazlar Konularındaki Kavramsal Anlamaları

Nejla GÜLTEPE¹ , Ziya KILIÇ²

¹ Yrd. Doç. Dr., Dumlupınar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kütahya-TÜRKİYE

² Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Ankara-TÜRKİYE

Alındı: 22.10.2011

Düzeltildi: 13.11.2013

Kabul Edildi: 27.11.2013

Orijinal Yayın Dili Türkçedir (v.10, n.4, Aralık 2013, ss.5-21)

ÖZET

Bu araştırmanın amacı “Çözünürlük Dengesi” ve “Asitler ve Bazlar” ünitelerinde bilimsel tartışma odaklı öğretim yaklaşımı ile öğrenim gören öğrenciler ile geleneksel öğretim yaklaşımı ile öğrenim gören öğrencilerin kavramsal anlamalarını karşılaştırmaktır. Araştırma Çankırı ilinde Milli Eğitim Bakanlığı’na bağlı bir lisenin 11. sınıflarından rastgele seçilen iki sınıfı ile gerçekleştirildi. Sınıflardan biri deney diğeri kontrol grubu olarak belirlendi. Deney grubunda dersler Toulmin’in tartışma teorisine dayalı tartışma etkinlikleri ile gerçekleştirildi. Araştırma toplam 34 öğrenci ile 11 hafta boyunca devam etti. Araştırmada her iki gruba da öğrencilerin kavramsal anlamalarını belirleyecek açık uçlu kavramsal sorulardan oluşan iki kavram testi ön ve son test olarak uygulandı. Ön ve son testlerden elde edilen bulgular hem nitel hem de t-testi ile nicel olarak analiz edildi. Analiz sonuçları bilimsel tartışma odaklı öğretim yaklaşımının, öğrencilerin konuya ilişkin kavramları bilimsel olarak yapılandırmasında ve kavramsal ilişkileri kurmasında, anlamlı kavramsal değişim gerçekleştirme konusunda ve kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel öğretim yaklaşımına göre daha etkili olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Bilimsel Tartışma; Kavramsal Anlama; Asitler ve Bazlar; Çözünürlük Çarpımı; Fen Eğitimi.

GİRİŞ

Kimyada birçok kavramın soyut olması, öğrenciyi bilimsel bilgiyi anlamaktan ziyade ezberlemeye ve fen kavramlarını bilimsel düşüncelerden farklı bir şekilde yorumlamaya itmektedir. Oysa kavramların doğru anlaşılması öğrencilerin kavramsal anlamalarına etki etmektedir. Bu sebeple fen eğitiminde öğrencinin zihinsel modelini ortaya koyan, teorilerden oluşan bilgi sistemini birbirleriyle ilişkilendirmesini sağlayan ve öğrencilerin birbirleriyle etkileşim içinde olmalarını sağlayarak kavramsal anlamalarını arttıran tartışma aktivitelerinin önemi her geçen gün artmaktadır (Von Aufschnaiterl, Erduran, Osborne, & Simon, 2008).

Tartışma, bilimsel söylevler için özel bir öneme sahip bilimsel bilginin gelişmesinde ve feni öğrenme sürecinde öğrencilere fırsatlar oluşturmada, yardımcı önemli bir araç olarak



görülmektedir ve açıklama, model ve kuram oluşturmada önemli bir rol oynar (Driver, Newton, & Osborne, 2000). Çünkü bilimsel tartışma, kimi zaman bir öğrenme süreci, kimi zaman da bilimsel bilginin oluşturulma sürecine tanıklık etme olarak görülmektedir (Bricker & Bell, 2008). Bu nedenle; bilimsel tartışma, bir öğretim yaklaşımı veya fen eğitimi için bir amaç olarak değerlendirilmektedir (Osborne, Erduran, & Simon, 2004a).

Bilimsel Tartışma: Yirminci yüzyılın son yarısında bilginin oluşması ve gelişmesi hakkındaki anlayış sık sık ve hızlı değişimler gösterdi. Öğrenme, bellek ve bilgi teorilerinde bilgiyi birikim sayan anlayışın bazı yönlerden fen eğitiminin amaçlarını karşılamak için yeterli olmadığını düşünen araştırmacılar, bilgiyi açık yapılandırılan, uyarlanan ve hatta terk edilebilen bir yapıda olduğunu kabul eden fikirlere kadar yeniden dinamik yapılanmaların yer aldığı “Yapılandırıcı Teori” nin fen eğitiminde bu birleştirmeyi sağlayacak bir güce sahip olabileceğini düşünmektedirler (Köseoğlu & Kavak, 2001). Bilişsel kuramlara dayandırılarak hazırlanmış öğretim stratejilerinin eksik yönlerini ortadan kaldıracak şekilde yapılandırıcı yaklaşımın dayandığı bütün teorileri dikkate alarak önerilen öğretim stratejisi; olayın sunumu, ön bilgilerin hatırlatılması ve alternatif kavramların belirlenmesi, hipotez kurma, veri toplama, hipotezlerin test edilmesi ve kavram oluşturma, genelleme yapma basamaklarından oluşmaktadır. Yapılandırıcı yaklaşımın verilen bu altı basamağın hipotez kurma basamağından itibaren yapılacak öğretim etkinliklerinin tartışma teorisine dayalı öğretim yöntemine göre sürdürülmesi daha iyidir. Çünkü tartışma teorisine dayalı öğretim yöntemi, bir konunun sunumunda değil, öğrenilen yeni bilgilerle öğrencide var olan önceki bilgilerin ilişkilendirilmesiyle başlayan süreçte kullanımı etkin olan bir yöntemdir (Köseoğlu & Kavak, 2001). Yapılandırıcı yaklaşım için sosyal etkileşim, grup çalışması önemli bir ders aktivitesidir ve öğrenciler arasında gerçekleşen sosyal etkileşim sayesinde öğrenciler birlikte bir sonuca varmayı ve sonuca ulaşmak için gerekli aşamaları grup çalışması yaparak aşarlar. Yapılandırıcı yaklaşıma dayalı literatür, öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve bilimsel fikirleri anlamayı ve düşünme becerilerini geliştirmek için tartışmaya uygun stratejiler hakkındaki bilgi kaynaklarını önemli görmektedir (Driver vd., 2000).

Tartışma tarihsel geçmişi olan bir aktivitedir ve genel olarak tartışma etkinliklerinin çıkışı filozof Aristo’ya dayandırılmaktadır (Billig, 1989). Ancak bilimsel tartışmanın öğretim faaliyetlerine etkisini göstermesi 1958 yılında İngiliz filozof Stephen E. Toulmin ile olmuştur. Toulmin’in tartışma kalıbında temel olarak kullandığı 6 öge vardır: İddiayı desteklemek için başvuru veri (V), değer veya var olan durum hakkındaki kanı olan iddia (İ), veri ve iddia veya sonuçlar arasındaki bağlantıyı açıklayan gerekçe (G), belirli gerekçeyi doğrulayan temel varsayım olan destektir (D). Bu öğelerin dışında bir tartışmada gerekçelerin geçerli olmadığı istisnalar yani sınırlayıcılar (S) ve iddianın çürütüldüğü çürütmeler (Ç) vardır (Driver vd., 2000).

Fen bilimlerinde bilimsel bilginin yapılandırılması bilginin ve iddiaların muhakeme edilmesi ile ilgilidir. Bu yüzden fen konularındaki tartışma; muhakemeden yararlanarak iddia ile veri arasında bağlantı kurulması ve deneysel ve/veya teorik kanıtlardan yararlanarak iddiaların değerlendirilmesi olarak tanımlanabilir (Erduran & Jimenez-Aleixandre, 2012). Bu çalışmada tartışma esaslı öğretim yaklaşımı ile ders işlenirken Toulmin’in tartışma modeli esas alınarak hazırlanan ders materyalleri kullanıldı.

Fen Bilimleri Eğitiminde Tartışmanın Yeri ve Kavramsal Anlamaya Etkisi: Feni öğrenme, ayrıca sadece çevremiz ile ilgili bilgilere sahip olmak değil, aynı zamanda öğrenmenin bilimsel yolunu anlamak ve bir sorunla ilgili iddialar ortaya atmak, karşı tarafı ikna etmek ve iddialara açıklık kazandırmak için onları savunacak şekilde tartışabilmektir (Skoumois, 2009). Cohen (1993), bu noktada, öğretmenin derste olayları tek bir bakış açısından anlatmak yerine, öğrencilerin farklı bakış açılarının neler olabileceğini görebilecekleri ve üzerinde düşünebilecekleri tartışma egzersizleri yaptırmasının önemini vurgulamaktadır (Cohen & Manion, 1998). Konuşma esnasında, öğrenciler belirli kavramsal

anlayışları ifade eder ve kendi bakış açılarını haklı göstermek için girişimde bulunur. Başkalarına meydan okur, şüphelerini ve var olan çözüm yollarını ifade eder. Başkalarının bakış açılarını dikkate alarak ve fikirlerini değiştirerek yeni fikirlerle birleştirip, var olan bilgilerini daha iyi yansıtır ve geliştirirler. Böylece daha net bir kavramsal anlayış ortaya çıkar. Eğer sınıf ortamında diyalogsal tartışmaya imkân veren yapılar yoksa bu durumda öğrencilerin öğrenmesinin engellendiği veya sınırlı öğrenmenin geliştiği açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır (Skoumois, 2009). Fikirlerin sınıf ortamında dışa vurulması öğrencinin iç psikolojik alanından (zihin) dış psikolojik alana (sınıf) ve dialojik tartışmalara yönelmesini sağlar. Öğrenciler, tartışmanın yararında hem fikir olmaları sonucunda kaliteli tartışmalar yaparak bilgi, değer ve inançlarını geliştirirler (Arcidiacona & Kohler, 2010).

Fen öğretimi, öğrencilere yeni kavramların öğretilmesinden çok, onlarda daha önceden var olan ve bilimsel doğrularla genellikle uyumlu olmayan kavramların değiştirilmesi olarak değerlendirilmektedir. Kavramsal değişim temel olarak öğrencilerin yanlış olarak adlandırılan görüşünü ortaya koymaları, bilimsel görüşle kıyaslamaları ve fikirler arasındaki uyumsuzluğu gidermeleri ile sağlanır. Bilimsel tartışma esaslı öğretim yaklaşımı, öğrencilerin kendilerinin ve diğer arkadaşlarının modellerini sorguladıkları, kendi modellerini savunmak için bilim adamlarının düşünme sistemine uygun olarak destek, gerekçe ve kanıt kullandıkları, çürütmelerin yapıldığı sözlü/yazılı bir aktivite olduğundan, bu öğretim modeliyle mevcut modelin savunulması ve kabul görmeyen modellerin de çürütülmesi sonucunda kavramsal değişim gerçekleştirilir (Skoumois, 2009). Yaygın yanlış kavramayı çürüten tartışmaları içeren metinlerin kullanıldığı ikna edici tartışmalar; öğrenciye grupla veya bireysel olarak kavramla etkileşim şansı sağladığı için öğrencinin kavramları kendisinin geliştirmesine ve aynı zamanda feni de öğrenmelerine yardım eder (Driver vd., 2000). 172 lise öğrencisi ile gerçekleştirilen çalışmada da öğrencilerin “ışık” konusunu anlamalarında kavramsal değişimin tartışma etkinlikleri ile sağlanabildiği ifade edilmiştir (Bell & Linn, 2000). Aydeniz, Pabuccu, Çetin ve Kaya (2012) bilimsel tartışma temelli öğretimin lise öğrencilerinin gazların davranışı ve özellikleri konusundaki kavramsal anlamaları üzerine yaptıkları çalışmada, öğretim yapılmadan önce tespit edilen 17 alternatif kavramın bilimsel tartışma temelli öğretimin yapıldığı öğrencilerde %80 civarında giderildiğini ve bu gruptaki öğrencilerin cevaplarını bilimsel görüşe uygun ifadelerle desteklediklerini, geleneksel yaklaşımla öğretimin yapıldığı öğrencilerde ise %50 civarında giderildiğini ve bu öğrencilerin cevaplarında sebep-sonuç ilişkisi içermeyen ezber kalıp cümleler içeren ifadeler kullandıklarını tespit etmiştir. 12 ilköğretim öğretmenin tartışmayı sınıflarda nasıl kullandıklarını belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, öğrencilerin bilimsel doğrularla uyumlu olmayan kavramalarını pekiştireceklerinden veya zihinlerinde bir karışıklığa neden olabileceğini düşündüklerinden, öğretmenlerin tartışma tekniğini kullanmadan önce alternatif kavramları işlemeye korktuklarını, fakat tartışma tekniğini kullanmalarından sonra böyle bir korkularının kalmadığı belirtilmiştir (Simon, Erduran, & Osborne, 2006). Çünkü tartışma öğrencilerin bilimsel görüşleri kabullenmelerine yardımcı olmaktadır Fen eğitiminde tartışmaya bilişsel açıdan bakıldığında tartışma bireylerin muhakeme etme becerilerini içerir. Bilginin yapılandırılmasına bilginin muhakeme edilmesi rehberlik etmektedir. Muhakeme etmek de kavramsal gelişimi desteklemektedir (Hogan & Maglienti, 2001). Bununla birlikte bilimsel tartışma öğrencilerin yeni bir şeyler öğrenmesine doğrudan etki etmeyebilir. Ancak öğrencilerin daha iyi öğrenmelerini desteklemek için düşünme becerilerini geliştirebilir ve daha önce düşünemediklerini düşünmelerini sağlayabilir (von Aufschnaiter vd., 2008). Tartışmanın öğretimi üzerine yapılan bazı çalışmalar öğretmenlerin tartışma yönetiminde zorluk çektiklerini göstermiştir. Zaman yetersizliği ve yüklü müfredat, öğretmenlerin tartışma esaslı öğretime göre derslerin düzenlenmesinde yaşanan güçlükleri açıklamak için kullandıkları görüşlerden birkaçıdır (Newton, Driver, & Osborne, 1999). Birçok araştırmacı öğrencilerin tartışmayı anlamaları bakımından öğrenci tartışmalarının doğasını ve seviyesini

ele almıştır (Erduran, Simon, & Osborne, 2004; Kelly & Takao, 2002). Bununla birlikte pek çok çalışma tartışmanın nitel analizleri üzerine yapılmış olup, tartışma üzerine nicel metotların kullanıldığı sınırlı sayıda çalışma vardır (Kaya, Erduran, & Cetin, 2010). Fen öğretiminde öğretmen, öğretim etkinlikleri ve öğrenciler arası etkileşim gibi faktörler etkilidir. Bu anlamda bu çalışmada tartışma esaslı öğretim yaklaşımının ve öğrenci katılımının öğrencilerin feni öğrenmesindeki ve fen kavramlarını kavramasındaki rolü deneysel bir yöntem ile ortaya konulmaya çalışılacaktır. Kimya eğitiminde yükseköğretim, ortaöğretim ve ilköğretim düzeyinde, öğrenciler tarafından yeni öğrenilen konularda özellikle bazı terim ve kavramların yanlış algılandığı bilinmektedir. Çözeltilerde denge kapsamındaki asitler ve bazlar (Clark & Bonicamp 1998; Pekmez, 2002) ve çözünürlük dengesi (Çökelez 2010; Demerouti, Kousathana, & Tsapalis, 2004) üzerinde yapılan araştırmalar her kademedeki öğrencide ve öğretmen adayında yanlış kavramanın mevcut olduğunu göstermiştir. Bu çalışmaların bir kısmında öğrencilerin konularda geçen kavramlarla ilgili anlamalarını araştırırken, bir kısmı ise konuların farklı öğrenme yaklaşımları, öğretim yöntemleri ya da modelleri kullanılarak nasıl daha etkili verilebileceğini araştırmaktadır. Yukarıda bahsi geçen çalışmaların sonuçları, öğrencilerin çözünürlük dengesi ve asitler ve bazlar konularını anlamada zorluk çektiğini ve öğrenci merkezli uygulamalarla yürütülen öğretimin geleneksel öğretimden daha etkili olduğunu göstermiştir. Bunun yanı sıra, bu çalışmalarda araştırmacılar, daha iyi fen öğrenmek ve öğretmenlere öğretimlerini zenginleştirmek için alternatif yollar sunmaktadır. Ancak, tartışma esaslı öğretim yaklaşımının çözünürlük dengesi ve asitler ve bazlar konularının kavratılması, bu konularla ilgili öğrencilerde mevcut olan yanlış kavramların tespiti ve giderilmesi üzerine etkisi ile ilgili çalışma yer almamaktadır. Bu çalışmada tartışma temelli öğretimin öğrencilerin bu konuları anlamaları üzerindeki etkiyi test ederek bu boşluğu doldurmayı amaçladık.

Problem cümlesi “bilimsel tartışmaya dayalı öğretim yaklaşımı ile öğrenim gören öğrencilerin çözünürlük dengesi ve asitler bazlar konularındaki kavramsal anlamaları, geleneksel öğrenim yaklaşımı ile öğrenim gören öğrencilerden farklı mıdır?” şeklinde düzenlenen bu araştırmanın amacı; çözeltilerde denge kapsamında “çözünürlük dengesi” ve “asitler ve bazlar” ünitelerinde bilimsel tartışmaya dayalı öğretim yaklaşımı ile öğrenim gören öğrencilerin kavramsal anlamaları ile geleneksel öğretim yaklaşımıyla öğrenim gören öğrencilerin kavramsal anlamalarını karşılaştırarak incelemektir.

YÖNTEM

Bu araştırma Çankırı ilindeki bir ortaöğretim okulunda gerçekleştirildi. Araştırmaya toplam 34 öğrenci katıldı. Okul uygunluk durumuna göre belirlendi. Okulda 4 tane 11. sınıf bulunmaktadır ve bu sınıflara öğrenciler başarı bakımından homojen olacak şekilde okul idaresi tarafından atanmaktadır. Sınıflardan 2 tanesi rastgele olarak seçilerek deney ve kontrol grubu olarak atandı. Araştırma, ön test-son test eşitlenmemiş kontrol gruplu yarı deneysel modele sahiptir. Yapılan çalışmalar incelediğinde uygulama sürelerinin çok kısa (birkaç ders ya da hafta düzeyinde) (Nussbaum & Sinatra, 2003), benzer şekilde, gerçekleştirilen tartışma etkinliklerinin sadece 1-2 konu başlığı için olduğu görülmektedir (Skoumois, 2009). Bu araştırmada bu süre uzun tutularak sonuçların güvenilirliği artırılmıştır. Araştırma aynı eğitim öğretim yılı içerisinde çözeltilerde denge kapsamında çözünürlük dengesi ünitesi (çözünme-çökme olayları, çözünürlüğe etki eden etmenler) için 5 hafta, asitler ve bazlar ünitesi (suyun iyonlaşma dengesi üzerinden pH ve pOH kavramları, asit ve bazların kuvvetleri ayrışma denge sabitleri, kuvvetli asit/ baz ve zayıf asit/ baz çözeltilerinin pH değerleri ve tampon çözeltilerin işlevleri) için 6 hafta olmak üzere toplamda 11 hafta devam etti. Bu araştırmanın bağımsız değişkenini bilimsel tartışmaya dayalı öğretim yaklaşımı; bağımlı değişkenlerini ise, öğrencilerin kavramsal anlamalarına yöntemin etkisini tespit etmek üzere hazırlanan kavram testlerinden elde edilen kalitatif ve kantitatif bulgular oluşturmaktadır.

a) Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada veri toplamak için öğrencilerin kavramsal anlamalarını ölçmek üzere, literatür verilerinden de yararlanarak Kavram Testleri (KT) hazırlandı. Testlerin kapsam ve içerik geçerliliği için, 3 kimya öğretmeni ve kimya eğitiminde uzman 2 kişinin görüşleri doğrultusunda testlerdeki sorular düzenlendi. Çözünürlük dengesi testinin güvenilirlik katsayısı 0,71, asitler ve bazlar testinin güvenilirlik katsayısı ise 0,86 olduğu belirlendi. Kavram testleri, deney ve kontrol gruplarına ön ve son test olarak uygulandı. Test soruları, “2008 Ortaöğretim Kimya Dersi Öğretim Programı”nın öngördüğü temel kazanımlar, 11. sınıf kimya dersi kitapları ve özellikle literatürde (Çalık, Ayas, & Ebenezer, 2004) aynı yaş grubu öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları incelenerek araştırmacı tarafından geliştirildi. Testlerde sınırlandırılmış ve sınırlandırılmamış açık uçlu, çoktan seçmeli, kâğıt kalem performans değerlendirme sorularına yer verildi. Her bir üniteye uygulanan testler aşağıda kısaca açıklandı.

Çözünürlük Çarpımı Kavram Testi(Kçç); 5 sorudan oluşan testin bir sorusunda problem durumu verilip öğrencilerden bunu çözümlemesi istendi. Testteki diğer sorulardan iki tanesi açık uçlu formatta kavramsal nitelikte olup, bu sorularda çözünürlük çarpımı ile çözünürlük ve çözünme hızı arasındaki ilişki sorulmuştur. Başka bir soruda ise; öğrencilerden katısıyla dengede olan bir çözeltinin sıcaklığı değiştirildiğinde çözünme ve çökme hızındaki değişimlerin nasıl olacağını açıklanması istendi. Ortak iyonun çözünürlüğe, çözünme hızına ve çözünürlük sabitine etkisinin sorulduğu soru iki bölümden oluşturuldu. Birinci bölümde öğrencilerden cebirsel bir problemi çözümlenmeleri, ikinci bölümünde ise ortak iyon eklendiği anda ve yeni denge kurulduktan sonra çözünme ve çökme hızlarının birbirlerine ve ilk dengeye göre karşılaştırmaları istendi. Yine bu bölümde yeni dengede iyon derişimleri ve çözünürlük çarpımı sabitindeki değişimin nasıl olacağı soruldu. Testin uygulama süresi 45 dakika olarak belirlendi. Testten alınabilecek maksimum puan 45’tir. *Asitler ve Bazlar Kavram Testi (AB)*; grafik çizme ve yorumlama, bir probleme çözüm bulma, deney tasarlama becerilerinin kullanılmasını gerektiren sorular içermektedir. Test toplamda 6 sorudan oluşturuldu. Bir soruda herhangi bir titrasyon deneyi sonucunda elde edilmiş veri grafiğinin, başka bir soruda ise iyonlaşma yüzdesi ile asit derişiminin ilişkilendirildiği grafiğin yorumlanması istendi. Asit ve bazların kuvvetliliği ile ilgili olan diğer sorularda pH, asitlik ve bazlık sabitlerinin ve derişimlerinin asit ve baz kuvvetliliği ile ilişkisi sorgulandı. Testten alınabilecek maksimum puan 36’ dır.

Testin süresi bir ders saati olarak belirlendi. Bulgular ve yorumlar bölümünde kavram testlerindeki öğrenci cevaplarına örnekler verildi. Testlerde sorulan sorulara örnekler Tablo 1’de verildi.

Tablo 1. *Kavram Testlerinden Soru Örnekleri*

Çözünürlük Dengesi	Asitler ve Bazlar
1,0 L suda eşit mol sayısında sodyum iyodür (NaI) ve sodyum hidroksit (NaOH) katıları çözülerek bir çözelti hazırlanıyor. Bu çözeltiden, I ⁻ ve OH ⁻ anyonlarını ayırmak için uygun bir yöntem öneriniz. Uygulayacağımız yöntemin basamaklarını yazınız.	Bir asidin kuvvetli olup olmadığını anlamak için aşağıdakilerden hangisi veya hangilerinin mutlaka bilinmesi gerekir? Cevabınızı açıklayın.
a)Uygulayacağımız yöntemin uygulanabilmesi için nelere dikkat edilmelidir?	I. derişiminin
b) Ayırma işleminde ilk ayıracağınız anyon hangisi olacaktır? Açıklayınız.	II. yapısındaki hidrojen (H) atomu sayısının
c)2. anyon çözeltiden ayrılmaya başladığı anda çözeltide 1. anyondan var mıdır? Açıklayınız	III.sudaki iyonlaşma yüzdesinin
<i>Not: Yöntemi belirlerken tuzların Çözünürlük Çarpımı (Kçç) Değerleri Tablosunu kullanabilirsiniz</i>	IV. pH değerinin

Aşağıda öğrencilerin kavramsal anlamalarını değerlendirmek için araştırmacı tarafından oluşturulan Kavram Testi Derecelendirme Ölçeği verildi (Tablo 2).

Tablo 2. Kavram Testi Derecelendirme Ölçeği

	Puan	Cevap Durumu
	0	Cevap yazılmamış
Deney Planlama	1	Hipotez Kurma: Doğru ifade edilmeyen hipotez Değişken belirleme: Doğru belirlenmiş her bir değişken Deney Tasarlama: Bir kısmı tasarlanmıştır
	2	Hipotez Kurma: Değişkenlerin belirtilmediği ancak doğru ifade edilen hipotez Deney Tasarlama: Tamamı tasarlanmıştır
	3	Hipotez Kurma: Değişkenlerin belirtildiği problemle bağlantılı doğru ifade edilen hipotez Deney Tasarlama: Tamamı açıklamalı olarak tasarlanmıştır
Grafik çizme	0	Cevap yazılmamış ya da yanlış
	1	Grafikteki lineer yada parabolik çizimler doğru yapılmamış ve eksenler, birimler eksik tanımlanmıştır
	2	Eksenler ve birimler eksik tanımlanmıştır ancak grafik türü doğru belirlenmiştir
	3	Eksenler ve birimler belirtilmiş grafik türü doğru belirlenmiştir
Yorumlama	0	Cevap yazılmamış
	1	Soruda belirtilen değişken ve şartlara göre nicel ya da nitel veriler doğru yorumlanmış/çıkarsama yapılmıştır
	2	Soruda verilen yada farklı değişkenlerin ya da şartların gözönüne alınarak nicel ya da nitel veriler, kavramlarla doğru ilişkilendirilerek derinlemesine, kimya temelinde neden sonuç ilişkisi kurularak yorumlanmış/çıkarsama yapılmıştır

b) İşlem

Kontrol Grubunda Uygulama: Kimya derslerinin geleneksel öğretim yaklaşımlarına göre işlendiği grupta 7 kız ve 10 erkek öğrenci vardır. Kontrol gruplarında dersler düz anlatım ve soru-cevap-değerlendirme diyaloglarının bulunduğu bir şekilde işlendi. Öğretmen (araştırmacı) kontrol gruplarındaki dersleri, daha önce hazırladığı klasik yapıda bir ders planına dayalı olarak işledi. Her derse bir önceki derste öğrenilen bilgilerin hatırlanması amacıyla kısa bir tekrar ile başlandı, bu amaçla genellikle soru-cevap tekniği kullanıldı. Dersler gelen cevaplar üzerinden öğretmenin düz anlatım tekniği ile konuyu sınıfa anlatmasıyla sürdürüldü. Ancak kimi zaman dersler yapılandırılmamış sınıf tartışmasına doğru kaydı. Bu tür durumlarda araştırmacı bir müdahalede bulunmadan dersi bu yöntemle sürdürdü. Ünite sonlarında üniversite sınavlarına yönelik test soruları çözüldü, bu aşamada soruları cevaplamaları için öğrencilere öncelik verilerek, öğrencilerin birbirlerinin cevaplarını değerlendirmeleri istendi. Ders materyali olarak ders kitabı, yardımcı materyaller ve bilgisayar animasyonları kullanıldı.

Deney Grubunda Uygulama: 8 kız ve 9 erkek öğrenciden oluşan deney grubunda dersler bilimsel tartışma yaklaşımına göre işlendi. Haftada 4 saat gerçekleştirilen uygulama boyunca dersler 3-4'eri grupların oluşturduğu bir sınıf düzeni içerisinde yapılan tartışma etkinlikleriyle yürütüldü. Tartışma etkinliklerinde, ilk önce öğrencilerin bireysel olarak verilerden yararlanarak iddialarını oluşturmaları, sonra grup tartışmalarının gerçekleştirilmesi ve en son olarak da sınıf tartışmasının yapılması sağlandı. Bazı etkinliklerde bireysel tartışmalar yapılmadı ve 2'li grup tartışmalarından sonra 3-4'eri grup tartışmalarına geçildi. Bireysel farklılıkların belirlenmeye çalışıldığı her aktivitede, küçük grupların kendi içlerinde bir karara varmaları için gerekli ortam hazırlandı.

Tablo 3. Etkinlik Örnekleri**Çözünürlük Dengesi**

Aşağıda Ag_2CrO_4 katısının çözünmesi ve çözeltinin katısı ile dengeye gelişi gösterilmektedir. Hazırlanan çözeltilere ait aşağıda verilen soruların cevaplarını grup arkadaşlarınızla tartışın.



Ag_2CrO_4 (k)
Şekil 1



Ag_2CrO_4 (k)
Şekil 2



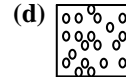
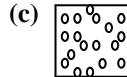
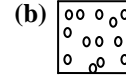
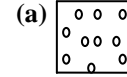
Ag_2CrO_4 (k)
Şekil 3

A) Çözelti katısı ile dengeye gelene kadar çözünme hızı (artar / azalır / değişmez), çünkü

B) Çözelti katısı ile dengeye gelene kadar çökme hızı (artar / azalır / değişmez), çünkü.....

Asitler-Bazlar

En soldaki resim, molaritesi M olan bir asetik asit çözeltisindeki $[H_3O^+]$ içeriğini göstermektedir. Eğer bu çözeltinin molaritesi iki katına çıkarılırsa, sağdaki resimlerden hangisi elde edilen çözeltiyi en iyi gösterir?



Cevabınızı Le Chatelier prensibine göre açıklayınız

İlk olarak yapılandırıcı yaklaşımın ilk basamağı olan olayın sunumu aşamasında hedef davranışlarla ilgili olarak öğrencilere olay tanıtıldı. Olay tanıtımında sözlü anlatım, gösteri deneyi, bilgisayar animasyonları gibi öğrencilerin zihinlerinde kolaylıkla canlandırabileceği ve yaşamsal deneyimlerinde kullanabilecekleri aktiviteler uygulandı. Daha sonra hipotez kurma basamağında, öğrencilerin ön bilgilerini ya da dersin ilk basamağında sunulan örnek olayları, analogileri, bilgisayar animasyonlarını kullanarak, öğrenilecek konuyla ilgili hipotez kurmaları sağlanarak, öğrenmenin buluş yoluyla gerçekleşmesine gayret edildi. Hipotez kurma basamağından itibaren dersler bilimsel tartışmaya dayalı öğretim yaklaşımına uygun olarak hazırlanan etkinliklerle (Tablo 3) sürdürüldü. Tüm tartışma aktiviteleri, Toulmin tartışma modeline uyumlu olarak; veriler, iddia, gerekçe, destek ve çürütmelerden oluşan (VİGÇ) tartışma türleri ile yürütüldü. Tartışmalar, bazen sınıfta gerçekleştirilen ders anlatımı sırasında öğrencilerin veya öğretmenin sorularından yararlanılarak başlamış olup, genellikle tartışma başlatmak için IDEAS (Osborne, Erduran, & Simon, 2004b) paketinde tanıtılan aktivitelerden yararlandı. Bu çalışmada öğrenciler bireysel ve grup tartışmalarını yazılı olarak gerçekleştirdi.

BULGULAR**a) Nicel Bulgular**

Bu çalışmada toplanan verilerin analizinde sosyal bilim araştırmacıları için yaygın olarak tercih edilen SPSS 15,0 (Statistical Package for Social Sciences) paket programı kullanılarak veriler $p=0,05$ anlamlılık düzeyinde yorumlandı.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kavram-ön test test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığı kontrol etmek için deney ve kontrol grubu öğrencilerinin $Kçç_{ön}$ ve $AB_{ön}$ kavram test puanlarına t-testi analizi uygulandı ve sonuçlar aşağıda verildi (Tablo 4).

Tablo 4. Kavram Ön Test Puanlarının t- Testi Sonuçları

Kavramsal Anlama	Grup	n	\bar{X}	S	sd	t	p
$Kçç_{ön}$	Deney	7	13,94	5,41	32	-0,224	0,824
	Kontrol	7	14,41	6,75			
$AB_{ön}$	Deney	7	3,12	2,47	32	-0,141	0,889
	Kontrol	7	3,00	2,40			

Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön testlerde elde edilen puanlara göre iki grup öğrencilerinin çözünürlük dengesi ve asit ve bazlar ünitelerinin başlangıcındaki kavramsal anlamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kavram-son test puan ortalamalarına t-testi analizi uygulandı ve analiz sonuçları aşağıda verildi (Tablo 5).

Tablo 5. Kavram Testlerinden Elde Edilen Kavramsal Anlama Son Puanlarının t- Testi Sonuçları

Kavramsal Anlama	Grup	n	\bar{X}	S	sd	t	p
K _{ÇÇ} son	Deney	7	31,35	5,95	32	2,371	0,024
	Kontrol	7	26,00	7,16			
AB _{son}	Deney	7	26,29	4,67	32	2,660	0,012
	Kontrol	7	21,76	5,24			

Tablo 5'e göre, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kavram son testlerinden elde edilen kavramsal anlama puan ortalamaları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p < 0,05$) vardır.

b) Nitel Bulgular

Öğrencilerin kavram testlerindeki sorulara verdikleri cevapların niteliği yine analizlerin nicel sonuçlarını destekler niteliktedir. Testlerden elde edilen bulguların nitel analizi aşağıda verildi.

Çözünürlük Dengesi Kavram Testi

Suda çok iyi çözünen iki tuzun çözeltileri (CaSO_4 ve KF) karıştırıldığında çökelmenin olup olmayacağı sorulduğu nicel türdeki soruda, deney grubunun %70,59'u çökmeden sonra tüm iyonların derişimlerini doğru olarak hesaplamış ve sorudan tam puan almıştır. Bununla birlikte kontrol grubu öğrencilerinin %29,83'u bu sorudan tam puan almıştır. Sorunun bir bölümü ve her iki gruptaki öğrencilerin soruya verdiği cevaplardan örnekler aşağıda verilmiştir (Tablo 6). Yine aynı soruda çözeltiler karıştırıldığı anda ve çökme tamamlandıktan sonraki çözünme ve çökme hızları hakkında öğrencilerin yorumları istendi. Deney grubu öğrencilerinin 66, 7% si ve kontrol grubu öğrencilerinin %37,1'i soruyu doğru yorumlamıştır. Sorunun bu bölümünde, "çözeltiler karıştırıldıktan sonra çökme tamamlanana kadar zamanla çözünme hızı değişmez, çökme hızı artar" ifadesi kontrol (%29,41) ve deney (%17,64) grubundaki öğrencilerde tespit edilen en yaygın yanlış kavramdır.

Öğrencilerin ortak iyon etkisi ile ilgili kavramsal anlamalarının sorulduğu bir diğer soru iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm hesaplama sorusu olup sorunun başlangıcında bir çökeleğin gözle görülebilmesi için gerekli olan miktar ön bilgi olarak verildi. Sorunun bu bölümünde öğrencilerden katısıyla dengede bulunan belli hacimdeki çözeltiliye iyi çözünen ve ortak iyon içeren oldukça derişik tuz çözeltisinden çok az miktarda eklendiğinde çöken katının gözle görünüp görünmeyeceği soruldu. Soruda eklenen çözeltinin derişimi ve hacmi verilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin %23,52 si, kontrol grubundaki öğrencilerin de %5,88'i tuzun sudaki ve ortak iyon içeren çözeltideki çözünürlüğünü hesaplamış ve sonra aradaki farkı bularak çöken madde miktarını hesaplayıp buldukları değeri verilen değerle karşılaştırarak soruyu tam ve doğru biçimde cevaplayarak bu bölümden tam puan almıştır. Ancak her iki gruptaki öğrencilerin çoğunluğu soruyu yanlış çözmüştür. Bir kısmı (deney grubu: % 52,9, Kontrol grubu:% 47,1) tuzun ortak iyon içeren çözeltideki çözünürlüğünü hesaplamış ve bu değeri çöken madde olarak değerlendirmiş ve bu değer için çok küçük

olduğunu belirterek çöken maddenin gözle görünemeyeceğini belirtmiştir. Yine kontrol grubundaki öğrencilerin % 29,41' nin ve deney grubundaki öğrencilerin %11,76' sının hacimdeki birim değişikliğini doğru yapamadığı, çözünürlük çarpımı formülünde eklenen çözültiden gelen ortak iyonun son karışımdaki derişimi için başlangıçtaki derişimi ve hacmini çarparak bulduğu değeri kullandığı ya da eklenen çözültiden gelen ortak iyonun derişimini değiştirmeden problemi çözdüğü görülmüştür.

Tablo 6. *Çözünürlük Dengesi Kavram Testindeki Bir Soruya Öğrencilerin Verdiği Cevaplar ve Cevapların Analizi*

Çözünürlük Dengesi Kavram Sorusu: 0,0125M 50ml Ca(NO ₃) ₂ çözeltisi ve 0,0152 M 50mL NaF çözeltisi karıştırılıyor. Çökme tamamlandıktan sonra iyon derişimlerini hesaplayın.(CaF ₂ için çözünürlük çarpımı 3,2.10 ⁻¹¹)	
Kontrol grubu öğrencilerinin %29' u deney grubu öğrencilerinin %11,8' i problemin çözümünü ya sözel ifadelerle anlatmış ya da yanlış çözmüştür. Kontrol grubundaki bir öğrenci problemi şöyle çözmüştür:	
Öğrenci:	$\text{Ca(NO}_3)_2 + \text{NaF} \rightarrow \text{CaF}_2 + \text{NaNO}_3$ $575.10^{-6}\text{mol} \quad 76.10^{-5}\text{mol} \quad x^2 = 32.10^{-12} \quad x = 4\sqrt{2} \cdot 10^{-6}$
Kontrol (%17, 64) ve deney (% 5, 88) grubundaki öğrenciler her bir tuzdan gelen iyonların derişimlerini hesaplamış ancak çökme olup olmayacağını belirlerlerken ya da çökme tamamlandıktan sonra çözültide kalan iyon derişimini hesaplarken net iyon denkleminin ya da çökmeye neden olan iyonların başlangıç çözültilerindeki mol sayılarını kullanmayıp net iyon denklemindeki katsayılarla çarparak hesaplamalara devam etmiştir. Bu karmaşayı yaşayan deney grubundaki bir öğrencinin problemin çözümünde izlediği yol aşağıda verilmiştir.	
Öğrenci	$\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{F}^{-}_{(\text{aq})} \leftrightarrow \text{CaF}_{2(\text{k})}$
İlk:	0,625mmol 0,76×2mmol $K_{\text{çç}} = (1,25/100)^2 \cdot (\text{Ca}^{2+})$
Değişme:	-0,625mmol -1,25mmol $(\text{Ca}^{2+}) = 2,05.10^{-11}$
Çök. Son.:	- 0,27
Kontrol grubu öğrencilerinin %23,53'ü deney grubu öğrencilerinin, %11,76'sı soruyu cevaplandıramamıştır.	

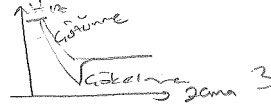
Öğrencilerin yaşadığı bu problemlerin, sorunun altında yatan çözünürlük, derişim, molarite gibi kavramların öğrenciler tarafından net biçimde anlaşılmadığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sorunun ikinci bölümünde öğrencilere ortak iyonun çözünme ve çökme hızına, iyon derişimlerine ve çözünürlük çarpımına etkisi soruldu. Sorunun bu bölümünde deney grubu öğrencilerinin % 47,05' i, kontrol grubu öğrencilerininse % 23,53' nün soruyu doğru yorumladıkları ancak, uygulamadan sonra her iki gruptaki öğrencilerde aşağıda verilen yanlış kavramalar tespit edilmiştir.

- İyon sayısı artar, çözünme ve çökme hızı artar (Kontrol:%23.83 Deney: %17,64).
- Çözünme ve çökme hızı değişmez (Kontrol:%35 Deney %17,64).
- Ortak iyon etkisi ile çözünme ve çökme hızı azalır. (Kontrol:%11,766).
- Her iki hızda artar, böylelikle K_{çç} artar (Kontrol:%5,88).
- Ortak iyon eklendiği anda çözünme hızı azalır çökme hızı artar. Yeni dengede ilk dengedeki duruma göre çözünme hızı daha az, çökme hızı daha fazla olur (Kontrol:%35 Deney: %17,64).

Katısıyla dengede olan ve ekzotermik olarak çözünen CaCl₂ tuzunun sulu çözeltisinin sıcaklığı azaltıldığı andaki ve yeni dengedeki çözünme ve çökme hızlarının ilk denge çözeltisindeki çözünme ve çökme hızlarına göre değişiminin nasıl olacağını sorulduğu bir soruya deney grubu öğrencilerinin %53'ü kontrol grubu öğrencilerinin %23,52'si beklenen cevabı verdi ve tam puan aldı. Bu soruya deney grubundaki 3 öğrenci, grafik çizilmesi istenmemesine rağmen grafik çizerek cevaplamıştır. Ayrıca deney grubundaki öğrencilerin cevaplarını "Tepkime Hızı", "Çarpışma Teorisi" ve "Le Chatelier İlkesi" kavramlarıyla ilişkilendirerek vermesi bu gruptaki öğrencilerin kavramlarını bilgi örüntülerini kurarak daha

anlamli ve dogru yapılandırdıklarını göstermektedir. Aşağıda öğrenci cevaplarından bir örnek verilmiştir.

Öğrenci1: *Taneciklerin kinetiği ve böylelikle çarpışma hızı azalacağından ikisi de azalır.*



Yine aynı soruya başka bir öğrencinin verdiği cevap aşağıdadır;

Öğrenci 2: *Geri ve ileri tepkime hızı sıcaklık azaldığı için azalır.*

Yine aynı soruda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin aşağıda belirtilen yanlış kavramalara sahip olduğu tespit edildi:

- Çökme hızı azalır, çözünme hızı artar. Sıcaklık azaltıldığından çözünürlük azalır ve daha fazla katı çöker, $K_{çç}$ değeri azalır (Kontrol:%41,17 Deney: %23,53).
- Sıcaklık düşürüldüğünde çökme hızı artacak ve sonra çözünme hızı da buna bağlı olarak artacak (Kontrol:%23,52 Deney: %11,76).
- Sıcaklık değiştirildiğinde denge sağa kayar $CaCl_2$ katısının derişimi azalır ve çökme olmaz. Çözünme hızı artar. İyonların derişimi artmıştır ve $CaCl_2$ katısının derişimini de artırmak için çökme hızı da artar (Kontrol:%11,76 Deney: %11,76).

Seçimli çöktürme ile ilgili soruda öğrencilerden iki farklı sodyum tuzu içeren çözeltiden anyonları ayırmak için uygun bir yöntem önermeleri istenmiştir (Tablo 1). Öğrencilere bazı tuzlara ait $K_{çç}$ değerleri verilmiştir. Kontrol grubundaki öğrencilerin % 47, 05' i deney grubundaki öğrencilerin % 76, 47'si çözeltiye suda çok iyi çözünen tuz eklenmesini önermiştir. Deney grubundaki öğrencilerin büyük bir çoğunluğu ve kontrol grubundaki üç öğrenci çözeltiye sadece $AgNO_3$ eklenmesini önermiştir. Bu öğrenciler gümüş iyodürün $K_{çç}$ değerinin düşük olduğunu ve bu nedenle de çözeltiden öncelikle iyodürün çöktürülerek ayrılacağını ifade etmiştir. Ancak "ikinci anyon çökmeye başladığı anda çözeltide birinci anyondan var mıdır?" sorusuna her iki gruptan iki öğrenci "yoktur, hepsi çökmüştür" olarak cevaplamıştır. Deney grubunda bulunan bir öğrenciye göre; çözeltiye anyonlardan birini çöktüren diğerini çöktürmeyen bir tuz eklendiğinde ilk anyon çözeltiden çöktürülerek ayrılacaktır. Kontrol grubundaki iki öğrenci iki farklı nitratlı tuz eklenmesini önermiştir. Bu öğrenciler çökmesini tahmin ettikleri tuzların çözünürlük çarpımı sabitlerini karşılaştırarak $K_{çç}$ değeri küçük olan tuzun öncelikle çökeceğini ve çözeltiden ayrılacağını ifade etmiştir. Yine yukarıda bahsi geçen öğrencilerde $K_{çç}$ değeri olan tuzların tamamen çöktüğü bu sebeple çözeltide çöken tuzun iyonlarından bulunmadığı şeklinde bir yanlış kavrama mevcuttur.

Asitler ve Bazlar Kavram Testi

Aşağıda asitler ve bazlar konusu ile ilgili Tablo1' de verilen örnek soruya deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin yazdığı cevaplardan örnekler verilmiştir.

Deney Grubu

- İyonlaşma yüzdesi asidin kuvvetliliğini anlamamıza yarar. % 100 iyonlaşan asit kuvvetlidir. pH değeri tek başına asidin kuvvetliliğini belirlemede kullanılmaz, asidin derişimini de bilmek gerekir. Eğer asidin pH'ı ile birlikte derişimini de bilirsek ikisini karşılaştırarak asidin kuvvetli olup olmadığını anlayabiliriz. Bu nedenle I, III ve IV bilinmelidir.
- Hepside kullanılır. Kuvvetli asitler suda iyi iyonlaşır. Bu yüzden asidin iyonlaşma yüzdesine bakılarak asidin kuvvetliliği anlaşılabilir. Asidin formülünü de bilmek gerekir.

Kontrol Grubu

- Kuvvetli asitler suda daha çok iyonlaşır. Ayrıca pH değeri 0'a yaklaştıkça asitlerin kuvvetliliği artar. Bu sebeple III ve IV.
- Bir asidin kuvvetliliği iyonlaşma yüzdesine bağlıdır. pH değeri çözeltinin asidik mi bazik mi olduğunu gösterir.
- İyonlaşma yüzdesi.. III.

Örnekten de görüldüğü gibi deney grubu öğrencileri soruda verilen değişkenleri, her varsayım için birbirleri ile ilişkilendirerek yorum yapma davranışı gösterirken, kontrol grubu öğrencileri ise daha çok *iyonlaşma yüzdesi* kavramı üzerinde durarak yorum yapmaya çalışmış ve değişkenler arası ilişkileri net bir şekilde ortaya koyamamıştır. Aynı zamanda kontrol grubundaki iki öğrencide “*pH değeri 1-7 arasında iken 1 e yakınsa kuvvetli 7'ye yakınsa zayıf asittir*” yanlış kavraması tespit edilmiştir. Verilen yanlış kavrama örneğine deney grubunda öğretim öncesinde rastlanırken öğretim sonrasında bu gruptaki tüm öğrencilerde kavramsal değişimin gerçekleştiği görüldü. Başka bir soruda A ve B maddelerinin sudaki iyonlaşma yüzdesinin derişimine bağlı olarak değişimini gösteren bir grafik verilmiş ve bu grafiğe göre A ve B'nin ne tür maddeler (asit - baz) olabileceği sorulmuştur. Bu soruda deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin tamamı asit ve bazların türünü ve kuvvetliliklerini doğru belirlemiştir. Sorunun ikinci bölümünde kuvvetli/zayıf asit ve bazlar seyreltildiğinde bu çözeltilerin pH değerlerinde nasıl bir değişim olabileceği soruldu. Sorunun bu bölümünde deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin verdiği cevaplarda aşağıda belirtilen yanlış kavramalar tespit edilmiştir.

- Zayıf asit ya da bazı seyrelttikçe iyon derişim azalacağından iyonlaşma yüzdesi azalır. Asit ise pH artar. Kuvvetli asitlerde ise iyonlaşma yüzdesi değişmeyeceğinde pH değişmez (Kontrol: %23,52 Deney: %5,88).
- Zayıf asit-bazların iyonlaşma yüzdesi seyreltmeyle azalır. Bu sebeple çözeltiler asit ise derişiminin azaltılması pH'ı artırır (Kontrol: %35 Deney: %17,64).

Başka bir soruda öğrencilere derişimi 10^{-7} molar olan HCl çözeltilisine batırılan turnusol kâğıdının rengi soruldu. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin verdiği cevaplar aşağıda verilmiştir. Cevaplar incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin cevaplarının daha net ve kimyasal kavramları birbirleri ile daha ilişkili olduğu görülmüştür.

Deney Grubu

- Sudan gelen hidrojen iyonları var. Suya asit eklendiği için denge sola kayar. Çözeltide hidrojen iyonları derişimi hidroksit iyonları derişiminden fazla olacağından çözeltiler asidiktir. Kırmızıya döner.
- HCl asit çözeltiler seyrelttiktir. Ama yine asidiktir. Kırmızıdır.
- Maviden kırmızıya çevirir. Çünkü 10^{-7} M HCl çözeltilerinin pH'ı 7 den daima küçüktür. Bu yüzden asidik karakterini hiç kaybetmez.

Kontrol Grubu

- Asit çözeltiler kırmızıya döner. Hidrojen iyonları sayısını arttıracığı için hidroksit iyonları azalır ama hidrojen iyonunun derişimi 10^{-7} den büyük olur.
- Çözeltide asit olduğundan kırmızı renk olur.
- HCl, asit olduğu için mavi turnusolu kırmızıya çevirir.

Başka bir soruda bir titrasyon deneyi sonucunda elde edilmiş bir veri grafiği verildi. Deneyde bir X çözeltilerine Y çözeltiler eklenecektir. Eklenecek Y çözeltilerinin hacmine karşı karışımın pH' daki derişimi gösteren grafikte Y çözeltiler eklendikçe karışımın pH'ı azalmaktadır. Soruda öğrencilerden deneyde test edilmek istenen hipotez, deneydeki derişkenler ve deneyden çıkarılacak sonuç istendi. Öğrencilerin cevapları incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre hipotez cümlesini ifade etmekte ve kontrol derişkenlerini belirlemede daha başarılı olduğu görüldü. Deney grubu öğrencilerinin % 11, 76' sı, kontrol grubu öğrencilerinin ise % 35'i kontrol derişken olarak sıcaklık ve basınç cevabını vermiştir. Yine kontrol grubunun %11, 76'sı, deney grubunun da %41,17'si kontrol derişken olarak sıcaklık ve eklenecek çözeltilerinin pH'ı yada derişimi cevabını vermiştir. Kontrol grubundaki iki öğrenci karışımın pH' nı ve mol sayısını kontrol derişken olarak belirlemiştir. Kontrol grubunun %47'si, deney grubunun da %23,52'si hipotez cümlesini soru ifadesi biçiminde yazmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin hemen hemen tamamı bağımlı ve bağımsız derişkenleri doğru tespit edip, deneyden doğru sonuç çıkarmıştır.

Yazılı dökümanlar incelendiğinde bilimsel tartışmaların öğrencilerin kavramsal anlamalarına etki ettiğini ve bireysel tamamlanan tartışma etkinliklerinde öğrencilerde tespit

edilen yanlış kavramların küçük grup çalışmalarında giderildiği görüldü. Örneğin bir etkinlikte bireysel tartışmada öğrencinin tanecik büyüklüklerine dikkat etmediği (hidrojenin hacmini flora göre daha büyük çizdiği) ancak küçük grup tartışmasından sonra bu yanlış kavramın giderildiği görülmektedir. Ayrıca “asit çözeltisi seyreltildiğinde kuvvetlilikleri azalır” yanlış kavraması grup tartışmasından sonra giderilmiştir. Öğretimin sonunda uygulanan kavram testlerinde kontrol grubundaki öğrencilerde benzer yanlış kavramaya rastlandı.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Bilimsel tartışmaya dayalı öğretim yaklaşımının uygulandığı deney grubunda dersler hipotez kurmaya dayalı sorgulamayı, olayların nedenlerine ilişkin alternatifleri göz önünde bulundurmaya ve eleştirel olarak bilimsel düşünmeyi gerektiren etkinliklerle yürütüldü. Laboratuvar etkinliklerinde yöntem, araç ve gereçler öğrenciye doğrudan verilmeyip öğrenciye bir problem durumu verilip, öğrencilerden bu problemin çözümü için hipotez kurması veya deney tasarlaması, bulguları değerlendirmesi ve yorumlaması istendi. Bu yaklaşımla öğretimin sürdürüldüğü etkinliklerde, öğrenciler kendi mevcut bilimsel modellerini değerlendirme, gözlem yapma, verileri yorumlama ve yeni bilimsel modeller oluşturma konularında daha aktif rol aldılar. Etkinliklerin bazılarında öğrencilerin iddiasını tüm varsayımları kullanarak desteklemesi, öğrencinin eleştirel olarak bilimsel düşünmesinin bir göstergesidir. Ennis ve Millman (1985)’a göre de eleştirel düşünen birey tartışmalarda bilimsel süreç dâhilinde ana fikri ve varsayımları tanımlar, önemli ilişkileri fark eder, verilerden doğru çıkarımlarda bulunur, sonuçları yorumlar (Millman, 1985: Aktaran: Akar, 2007). Bilim adamları, yeni teori kanunları keşfetmek ve doğal fenomenleri açıklamak için analogileri sıklıkla kullanmaktadırlar (Ganguly,1995). Bu doğrultuda asitler ve bazlar ünitesinde kuvvetlilik kavramları analogilerle anlatıldı. Bu çalışmada da deney grubundaki bir öğrenci “dengenin dinamikliğini” anlatmak için “terminaldeki yürüyen bant” analogisini kullandı. Öğrencilerin grafik üzerinde yorum yaptığı ya da bir kimyasal olaya ilişkin çıkarsamalarda bulunduğu, verilen bir probleme ilişkin çözüm önerilerinin olduğu etkinliklerde tartışmanın seviyesi yüksekti. İfadeler tablosunu içeren etkinlikler, hem etkinlikteki kavramlar ve kavramlar arası ilişkiyi özetlediğinden hem de öğrencilerin verilen ifadenin doğruluğuna ilişkin kararlarını güçlü delillerle desteklemeleri gerektirdiğinden, öğrencilerin bu türden tartışmalarda performansı ve ilgisi oldukça yüksekti. Sonuç olarak; akran işbirliğinin sağlandığı nedensel hipoteze bağlı tartışma etkinliklerinde öğrencilerin, grupla veya bireysel olarak, kavramla etkileşim halinde olması deney grubundaki öğrencilerin verileri bilimsel bir dille yorumlama becerilerinin ve kavramsal anlamalarının gelişmesine ve kavramsal değişimlerine kontrol grubuna göre daha fazla katkı sağlamıştır (Sampson & Clark, 2011).

ÖNERİLER

Tartışma etkinliklerinde öğrenciler iddialarını ortaya koyarken, kanıt ve destek verirken veya karşı argümanı çürütmeye çalışırken kullandıkları ifadelerden öğrencilerin yanlış kavramaları çok rahat bir şekilde tespit edilebilir. Bu sebeple yanlış kavramaların belirlenmesi için tartışma etkinliklerinin kullanıldığı araştırmalar gerçekleştirilebilir. Her ne kadar bu çalışmanın amacı yanlış kavramların tespiti ve giderilmesi olmasa da çalışmada tartışma etkinlikleri sonucunda önemli gördüğümüz bulguları sunmaktaki amacımız gelecek çalışmalara ışık tutmaktır. Öğretmenler, öğrencilerin, bilimsel okur-yazarlığın temel ögesi olan ve gelecek hayata hazırlayan bilimsel yöntemleri anlamalarını sağlamalıdır (Kanlı, 2007). Bu noktada bilimsel tartışma fen eğitiminde önemli bir yöntemdir (von Aufschnaiter vd., 2008).

Scientific Argumentation and Conceptual Understanding of High School Students on Solubility Equilibrium and Acids and Bases

Nejla GÜLTEPE¹ , Ziya KILIÇ²

¹ Assist. Prof. Dr., Dumlupınar University, Faculty of Education, Kütahya-TURKEY

² Prof.Dr.,Gazi University, Faculty of Education, Ankara-TURKEY

Received: 22.10.2011

Revised: 13.11.2013

Accepted: 27.11.2013

The original language of article is Turkish (v.10, n.4, December 2013, pp.5-21)

Key Words: Scientific Argumentation; Conceptual Understanding; Acids and Bases; Solubility Equilibrium; Science Education

SYNOPSIS

INTRODUCTION

Since lots of conceptions in chemistry are abstract, students rather tend to memorise scientific knowledge than understand it and interpret the scientific concepts differently than scientific thoughts. Yet, understanding the conceptions correctly effects the conceptual understanding of students. Therefore, in science instruction, the importance of argumentation activities which; reveal the mental model of students, help students associate knowledge system consisting theories, enhance the conceptual understanding of students while encouraging them to be interactive (Von Aufschnaiterl, Erduran, Osborne, & Simon, 2008). Science instruction is reviewed as changing the conceptions generally inconsistent with scientific truths which have already existed rather than teaching students new ones. As scientific argumentation based teaching method is a verbal/written activity in which students question their own and their peers' models; use support, reason and evidence consistent with the reasoning systems of scientists to defend their models and use rebuttals, through this teaching model, conceptual change occurs as a result of defending the existing model and rebutting the unrecognised ones (Skoumois, 2009).

Argumentation is an activity with a historical background. English philosopher Stephen E. Toulmin started the effect of scientific argumentation on instructional activities in 1958. There are six basic elements in Toulmin's argumentation pattern: data to support claim (D), claim which is a value or opinion about existing situation (C), reason which explains the relation between data and claim (R), support which is a basic assumption validating a specific reason (S). Except from these elements, there are exceptions, in others words restrictives, where reasons are not valid (R) and rebuttals through which claims are rebutted (R) (Driver, Newton, & Osborne, 2000). Argumentation on science topics can be defined as relating claim



and data using reasoning and evaluating claims using experimental and/or theoretical evidence (Erduran & Jimenez-Aleixandre, 2012). Throughout this study, instruction materials which were prepared by taking Toulmin's argumentation model as a base and argumentation based teaching approach were used.

Lots of researchers have discussed the nature and level of student argumentation in terms of student understanding of argumentation (Erduran, Simon, & Osborne, 2004; Kelly & Takao, 2002). There are lots of studies about the qualitative analyses of argumentation, however, the studies about argumentation in which quantitative methods are used are few (Kaya, Erduran, & Cetin, 2010). In this study, the roles of argumentation based teaching method and student participation on learning science and comprehending scientific concepts are put forth in a scientific way. There are no studies about the effect of argumentation based instruction method on the apprehension of solubility equilibrium and acids and bases, or the detection and correction of misconceptions about these topics in students. We also aimed to fill in this gap testing the effect of argumentation based instruction on student understanding of these topics.

PURPOSE OF THE STUDY

The purpose of this study is to compare the conceptual understanding of the students who were instructed through scientific argumentation based teaching method to that of the students who were instructed through traditional teaching method on the units of "Solubility Equilibrium" and "Acids and Bases" within equilibrium in solutions.

METHODOLOGY

This study was conducted at a secondary education school in the province of Çankırı 34 students participated. There were four 11th grades in the school and two of them were assigned as experimental group and control group randomly. The study has a semi-experimental model with an unequalized control group, pre-test and post-test. The study continued for 11 weeks in total within the same educational year; 5 weeks for solubility equilibrium unit within equilibrium in solutions (solution-precipitation events, factors effecting solubility), 6 weeks for acids and bases unit (pH and pOH concepts in relation with the ionization equilibrium of water, strengths of acids and bases, solubility equilibrium constants, pH values of strong acid/base and weak acid/base solutions and the functions of buffer solutions). Scientific argumentation based teaching approach constitutes the independent variable of this study; qualitative and quantitative findings of conception tests prepared to establish the effect of the approach on students' conceptual understanding constitute the dependent variable.

In this study, Concept Tests (CT) were prepared in order to evaluate the the conceptual understanding of students to collect data making use of literature. To ensure the content validity of the tests, the questions were prepared in line with the views of 3 chemistry teachers and 2 chemistry experts. The reliability co-efficient of solubility equilibrium test was 0,71, and that of acids and bases test was 0,86. Concept tests were applied to experimental and control groups as pre and posttests. Limited and unlimited open ended, multiple choice, paper and pencil performance evaluation questions were involved in the test. Solubility Product Concept Test (Ksp); the duration of the test which involved 5 questions was 45 minutes. The maximum score that could be gotten from the test was 45. Acids and Bases Concept Test (AB); the test was made up of 6 questions. The maximum score that could be gotten from the test was 36. The duration of the test was one class hour. A Concept Test Rating Scale was formed to evaluate the conceptual understanding of students.

There were 7 girls and 10 boys in the class where chemistry subjects were instructed according to the traditional instruction method. The subjects were instructed according to the traditional teacher narration and question-answer mode with the control group. The subjects were instructed according to the scientific argumentation approach with the experimental group which involved 8 girls and 9 boys. The classes were performed through argumentation activities which were carried out within a classroom organization of 3-4 student groups for 4 hours a week.

FINDINGS

The findings of pre and post tests were analysed both qualitatively and quantitatively through t-test. The analysis results of pre and post tests have indicated that there are statistically no significant differences in terms of conceptual understanding of control and experimental group students at the beginning of solubility equilibrium and acids and bases units; and that there is a statistically significant difference ($p < 0,05$) in favor of the experimental group between the point averages of end-test conceptual understanding. The results of qualitative analysis have indicated that scientific argumentation based instruction approach is more effective than traditional teaching approach on students' scientific configuration of related concepts and building conceptual relations, fulfilling meaningful conceptual change and correcting misconceptions.

DISCUSSION and CONCLUSION

The argumentation level of experimental group students was high while they were interpreting a graph, making inferences concerning a graph or a chemical event/situation (eg., percentage of ionization), suggesting solutions for a given problem (eg., precipitation from saturated solution). The performance and interest of students in these argumentation activities were quite high since activities involving statement tables summarized the concepts and relations between these concepts and since students had to support the accuracy of the given statement with strong evidence. The misconceptions of students can easily be identified through the statements they use when they put their claims forth, provide evidence or support or try to rebut the counter argument. Henceforth, researches in which argumentation activities are used to identify students' misunderstanding can be carried out. Teachers have to make students comprehend the scientific methods which are the basic elements of scientific literacy and prepare them for their future lives. Herein, scientific argumentation is an important method in science education.

KAYNAKLAR/REFERENCES

- Akar, Ruken V. & Kutlu O., (2007). Eleştirel Düşünme: Ölçme Araçlarının İncelenmesi ve Bir Güvenirlik Çalışması. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(2), 189–199.
- Arcidiacona, F. & Kohler, A. (2010). *Elements of design for studying argumentation: the case of two on-going research lines*. *Cultural-Historical Psychology*, 1, 65-77.
- Aydeniz, M., Pabuccu, A., Çetin, P. S., & Kaya, E. (2012). Argumentation and Students' Conceptual Understanding of Properties and Behaviors of Gases, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10, 1303-1324.
- Bell, P. & Linn, M. (2000). Scientific Arguments as Learning Artifacts: Designing for Learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797-817.
- Billig, M. (1989). The Argumentative Nature of Holding Strong Views: A Case Study. *European Journal of Social Psychology*, 19, 203–223.
- Bricker, L. A. & Bell, P. (2008). Conceptualizations of Argumentation From Science Studies and the Learning Sciences and Their Implications for the Practices of Science Education. *Science Education*, 92 (3), 473–498.
- Clark, R. W. & Bonicamp, J. M. (1998). The Ksp-solubility conundrum. *Journal of Chemical Education*, 75 (9), 1182-1185.
- Cohen, L. & Manion, L. (1998). *Research Methods in Education*. Routledge. London and New York. (Fourth Edition).
- Çalık, M. Ayas, A., & Ebenezer, J. V. (2004). A review of solution chemistry studies: Insights into students' conceptions. *Journal of Science Education and Technology*, 14 (1), 29-50.
- Çökelez, A. (2010). A Comparative Study of French and Turkish Students' Ideas on Acid-Base Reactions. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 102-106.
- Demerouti, M., Kousathana, M., & Tsapalis, G. (2004). Acid-base equilibria, part I. upper secondary students' misconceptions and difficulties. *The Chemical Educator*, 9, 122-131.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classroom. *Science Education*, 84 (3), 287–312.
- Erduran, S. & Jimenez-Aleixandre, J. M. (2012). Research on argumentation in science education in Europe. In, D. Jorde, & J. Dillon (Eds.), *Science Education Research and Practice in Europe: Retrospective and Prospective*, pp. 253-289. Sense Publishers.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse. *Science Education*, 88, 915–933.
- Ganguly, I. (1995). Scientific Thinking is in The Minds Eye. *Selected Readings From The International Visual Literacy Association*, 27th, Chicago, IL, 18–22.
- Hogan, K. & Maglienti, M. (2001). Comparing the Epistemological Underpinnings of Students' and Scientists' Reasoning about Conclusions. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (6), 663-687.
- Kanlı, U. (2007). *7E Modeli Merkezli Laboratuvar İle Doğrulama Laboratuvar Yaklaşımlarının Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerinin Gelişimine ve Kavramsal Başarılarına Etkisinin Karşılaştırılması*. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fizik Eğitimi Doktora Tezi.
- Kaya, E., Erduran, S., & Cetin, P. S. (2010). High school students' perceptions of argumentation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 3971-3975.
- Kelly, G. & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86(3), 314–342.

- Köseoğlu, F. & Kavak, N. (2001). Fen Öğretiminde Yapılandırmacı Yaklaşım, *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21 (1), 139–148.
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The Place of Argumentation in the Pedagogy of School Science. *International Journal of Science Education*, 21, 553–576.
- Nussbaum, E. M. & Sinatra, G. M. (2003). Argument & Conceptual Engagement. *Contemporary Educational Psychology*, 28, 384-395.
- Osborne, J., Erduran S., & Simon, S. (2004a). Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10) 994–1020.
- Osborne, J., Erduran S., & Simon, S. (2004b). *Ideas, Evidence and Argument in Science-Inservice Training Pack*- Nuffield Foundation. London.
- Pekmez, E. Ş. (2002). Students' understanding of higher order concepts in chemistry: Focusing on chemical equilibrium. *Education and Science*, 27 (124), 61-70.
- Sampson, V. & Clark, D. B. (2011). A Comparison of the Collaborative scientific Argumentation Practices of Two High and Two Low Performing Groups. *Research in Science Education*, 41(1), 63-97
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to Teach Argumentation: Research and Development in the Science Classroom. *International Journal of Science Education*, 28 (2–3), 235-260.
- Skoumois, M. (2009). The Effect of Sociocognitive Conflict on Students' Dialogic Argumentation about Floating and Sinking. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(4), 381-399.
- Von Aufschnaiterl, C., Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2008). Arguing to Learn and Learning to Argue: Case Studies of How Students' Argumentation Relates to Their Scientific Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45 (1) 101-131.