



The Effect of Different Teaching Methods on Understanding of Acids and Bases

Oylum ÇAVDAR¹, Seda OKUMUŞ², Mustafa ALYAR³ & Kemal DOYMUŞ⁴

¹Muş Alparslan University, Muş/Turkey, ^{2,3,4}Atatürk University, Erzurum/Turkey

Received : 17.03.2017

Accepted : 08.09.2017

Abstract – The purpose of this study is to determine the effect of cooperative learning and models on understanding of acids and bases topic in micro level. It was used quasi-experimental design with pre-posttest. The sample was comprised of 63 prospective teachers from science teacher education program at 1st grade. The first experiment group is Cooperative Learning Group-CLG) (N=18) in which student team achievement division technique (STAD) was used; the second experiment group is Cooperative Model Group- CMG) (N=21) in which STAD and models were used. In the Control Group- CG) (N=24) traditional laboratory method was used. For collecting data, it was used Acid-Base Particulate Test (ABPT) which is a multiple choices drawing test consisting of 13 questions. It was used descriptive statistics and one-way ANOVA for analyzing. According to ANOVA results, there was a significant difference among groups in the post-test ($p<0.05$). Also, it was determined that prospective teachers have some misconceptions related to the acids and bases topic.

Key words: Models, cooperative learning, the particulate nature of matter, acids and bases.

Summary

Introduction

Acids and bases is one of the important topic of chemistry. This topic is involved in secondary science lesson, high school chemistry lesson and at university level. However, acids and bases concepts did not understand correctly by students at secondary and high school level, also preservice science and chemistry teachers according to literature (Avcı Bölek, 2012; Bradley & Mosimege, 1998; Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçeken & Geban, 2004; Cooper & Pearson, 2012; Corcoran, Mosher, & Rogat, 2009; Çelikler & Harman, 2015; Demirci & Özmen, 2012; Demircioğlu, Özdemir, Özmen, Cındıl & Yıldız, 2012; Özmen, Demircioğlu & Coll, 2009; Pabuçcu & Geban, 2015; Smith & Metz, 1996). This situation is

*Corresponding author: Seda OKUMUŞ, Dr., Atatürk University, Kazım Karabekir Education Faculty, Department of Mathematics and Science Education, Erzurum, TURKEY.

originated that abstract acid and base concepts of chemistry. Because, students cannot stimulate these concepts in their mind. Overcoming students' misconceptions related to topic it should correlate among micro, macro and symbolic level of chemistry.

In order to understand chemical concepts as correctly active learning methods should use. Like cooperative learning, problem-based learning or project based learning methods of active learning increased students' understanding related to abstract chemistry concepts with regard to literature (Barnea & Dori, 1996; Colburn, 2004; Cuevas, Lee, Hart, & Deaktor, 2005; Hsin-Kai, Krajcik & Elliot, 2001; Treagust & Peterson, 1998).

Cooperative learning provides active and permanent learning, develops students social ways with communication, increases academic achievement and conceptual understanding (Acar & Tarhan, 2008; Karaçöp & Doymuş, 2012; Koç, 2014; Okur Akçay, 2012; Turaçoğlu, 2011; Ünlü & Aydın, 2011).

Models provides to understand effectively learning via making concretization of abstract concepts in students' mind (Ebenezer, 2001; Jaber & Boujaoude, 2012; Philipp, Johnson & Yezierski, 2014; Sarıkaya, Selvi, Doğan & Bora, 2004). So, students attend the activities personally, understand topic as correctly and they do not forget easily (Adadan, 2014; Çavdar, 2016; Cardoso Mendonça & Justi, 2011; Halloun, 2007). For this reason, it thought that using cooperative learning of active learning methods and models together increase conceptual understanding and permanent learning. The purpose of this study is to determine the effect of cooperative learning and models on understanding of acids and bases topic in micro level.

Methodology

It was used quasi-experimental design with pre-posttest in this study. The sample of the study was comprised of 63 prospective teachers from science teacher education program at 1st grade. Two experimental groups were determined with one control group. The first experiment group is Cooperative Learning Group (CLG) (N=18) in which student team achievement division technique (STAD) was used; the second experiment group is Cooperative Model Group (CMG) (N=21) in which STAD and models were used. In the Control Group (CG) (N=24) traditional laboratory method was used.

In order to collect data, it was used Acid-Base Particulate Test (ABPT) which is a multiple choices drawing test consisting of 13 questions related to the acids and bases topic.

For validity of questions it was taken expert views and reliability coefficients was found as 0.71.

This study was implemented in Chemistry Laboratory II lesson. Acid-base titration experiment was performed in all groups. First of all, the ABPT was implemented as pre-test to all groups. It was given a test sheet to all studied groups. For implementation, each groups followed own method steps. Firstly, prospective teachers divided into cooperative teams in CLG for implementation. Then, researcher explained the topic. Next, teams studied with together. Later, all teams performed the acid-base titration experiment to the test sheet. Finally, it was implemented the ABPT as posttest. Firstly, prospective teachers divided into cooperative teams in CMG for implementation, too. Then, researcher explained the topic. Next, teams studied with together. Then, all teams performed the acid-base titration experiment to the test sheet. After the prospective teachers performed the experiment, the teams were given the play dough and molecular models. Each team was asked to demonstrate the pH and pOH values in the formation of ammonium chloride in micro level using game pulps and molecular models. Finally, it was implemented the ABPT as posttest. In CG, the prospective teachers were divided into groups according to the traditional laboratory approach. Then each group read the test sheet and performed the acid-base titration experiment. Finally, it was implemented the ABPT as posttest.

In order to analyze the data from obtained this research, it was used descriptive statistics (mean, frequency and standard deviation) and one-way ANOVA for significance.

Findings

According to ANOVA results of the data, there was no significant difference among groups ($p > 0.05$) in pre-test but in the post-test ($p < 0.05$). It was determined the significant difference between CMG and CG in favor of CMG, between CLG and CG in favor of CLG. Also, it was determined that prospective teachers have some misconceptions related to the acids and bases topic.

Discussion

According to pre-test results ($p > 0.05$), it can be said that pre-knowledge of all groups was similarly. Besides, with respect to the posttest results ($p < 0.05$), using cooperative learning with models was effective for understanding of acids and bases topic. Related to using models for providing conceptual understanding, similar results were determined in

literature, for example Abd-El-Khalick (2012), Adadan (2014), Koponen (2014), Krell, et al. (2015), Lederman (2007), Topcu (2013) and Schwarz et al. (2012) researches. Using models make abstract concepts concrete, and thus students understand atoms, molecules ions correctly. They find the opportunity of observing and touching. So, this situation increased conceptual understanding (Adadan, 2014; Kozma & Russell, 2005; Mayer, 2009; Wang et al., 2014). Also, it was seen that cooperative learning increased conceptual understanding at acids and bases topic. It was determined using cooperative learning increased conceptual understanding in some researches (Acar & Tarhan, 2008; Bilgin & Geban, 2006; Doymus, 2008; Karacop & Doymus, 2013). Furthermore, STAD technique of cooperative learning model contain both teacher expression and group working, so, prospective teachers participate in person to the learning process. For this reason STAD facilitates conceptual understanding (Akar, 2012; Aslan Efe et al., 2011; Koc, 2014; Okumus et al., 2013; Unlu & Aydintan, 2011).

In addition to this results some prospective teachers have misconceptions related to acids and bases especially in pre-test from all groups. After the implementation dramatically these misconceptions decreased especially in CMG. Nevertheless, some misconceptions have continued at all groups especially CG in posttest. It was expressed misconceptions become resistive to changing in some studies (Adadan, 2012; Cavdar et al., 2016).

Asitler Ve Bazlar Konusunun Anlaşılmasına Farklı Yöntemlerin Etkisi

Oylum ÇAVDAR¹, Seda OKUMUŞ², Mustafa ALYAR³ & Kemal DOYMUŞ⁴

¹Muş Alparslan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Muş/Türkiye, oylumcavdar@hotmail.com

²Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Erzurum/Türkiye, seda.okumus@atauni.edu.tr

³Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Erzurum/Türkiye, mustafa.alyar@atauni.edu.tr

⁴Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Erzurum/Türkiye, kdoymus@atauni.edu.tr

Makale Gönderme Tarihi: 17.03.2017

Makale Kabul Tarihi: 08.09.2017

Özet – Bu araştırmanın amacı, asitler ve bazlar konusunun tanecik boyutunda anlaşılmasına işbirlikli öğrenme ve modellerin etkisini belirlemektir. Araştırmada ön test-son test uygulamalı yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini, fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıfta öğrenim gören 63 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada iki deney grubu [İşbirlikli Öğrenci Takımları Başarı Bölümleri (ÖTBB) yönteminin uygulandığı İşbirlikli Öğrenme Grubu (İÖG) (N=18); ÖTBB ve modellerin birlikte kullanıldığı İşbirlikli Model Grubu (İMG) (N=21)] ve bir Kontrol Grubu (KG) (N= 24) olmak üzere üç grupta çalışılmıştır. On üç çoktan seçmeli sorudan oluşan asitler ve bazlar ile ilgili Tanecikli Yapı Testi (TYT) öğretmen adaylarına ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen verilere yapılan ANOVA sonuçlarına göre son testte anlamlı bir farklılık belirlenmiştir ($p<0,05$). Buna göre işbirlikli öğrenmenin ve modellerin öğretmen adaylarının asitler ve bazlar konusunu tanecik boyutunda anlamalarını artırdığı söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Modeller, işbirlikli öğrenme, maddenin tanecikli yapısı, asitler ve bazlar.

Giriş

Kimyanın içerdiği konuların hemen hemen hepsi günlük hayattaki olaylarla doğrudan ilişkili konulardır. Bu bakımdan çok farkında olmasak da gündelik olaylarda sürekli kimyasal olaylarla karşılaşmaktayız. Bir yemeğin pişmesinden bir motorun çalışmasına, bir içeceğin ekşimesinden temizlik malzemelerinin kullanılmasına kadar günlük yaşamımızda

karşılaştığımız çoğu olay bu duruma örnek verilebilir. Kimyanın önemli konularından biri olan asitler ve bazlar yeme-içme endüstrisinden, fabrikalara kadar hayatımızın her alanında sürekli karşımıza çıkmaktadır (Ayas ve Özmen, 1998). Asit ve baz kavramları ile ilgili öğrencilerin kavramsal anlamaların yeterli düzeyde olmadığı görülmüştür. Uluslararası ve ulusal literatürde asitler ve bazlar ile ilgili olarak değişik türden ve farklı öğrenim seviyelerinde (ilköğretim, lise, üniversite) öğrenim gören öğrencilere yönelik olarak yapılan çalışmalar, hemen her öğrenim seviyesindeki öğrencilerin asit ve baz kavramlarını anlamada güçlük çektiklerini göstermektedir (Avcı Bölek, 2012; Bradley & Mosimege, 1998; Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçeken & Geban, 2004; Cooper & Peterson, 2012; Corcoran, Mosher, & Rogat, 2009; Çelikler & Harman, 2015; Çökelez, 2015; Çökelez, 2010; Çökelez, Dumon, & Taber, 2008; Demirci & Özmen, 2012; Demircioğlu, Özdemir, Özmen, Cındıl & Yıldız, 2012; Özmen, Demircioğlu & Coll, 2009; Pabuçcu & Geban, 2015; Smith & Metz, 1996; Tsaparlis, 1997).

Araştırmacılar kimyasal bir olayın kavramsal seviyede tam ve doğru olarak anlaşılabilmesi için üç farklı seviyede anlamının gerçekleşmesi gerektiğini ifade etmektedirler (Raviolo, 2001). Bu seviyeler, a. makroskobik seviye, b. mikroskobik seviye ve c. sembolik seviye şeklinde sıralanmaktadır. Makroskobik seviyede, günlük hayatta karşılaşılabilecek olan olaylar; mikroskobik seviyede, doğrudan gözlenmesi mümkün olmayan atom, molekül ve elektron benzeri parçacıkları ve bunlar arasındaki etkileşimler; sembolik seviyede ise gerçekleşen kimyasal olayların formüller, sayılar, modeller ve resimlerle gösterilmesi söz konusudur (Raviolo, 2001). Kavramsal olarak bir olayı anlama, bu seviyelerde açıklamalar ve tanımlamalar yapmayı ve bu seviyeler arasında ilişkiler kurmayı gerektirir. Özellikle mikroskobik düzeyde gerçekleşen olayların daha soyut kavramlar içerdiği düşünülürse, soyut kavramları anlayamayan öğrencinin bilgiyi anlamada ve gerekli ilişkilendirmeleri yapmada zorlanacağı ve dolayısıyla yanlış anlamaların ortaya çıkacağı söylenebilir (Ayas & Demirbaş, 1997; Pekdağ & Le Maréchal, 2010; Raviolo, 2001; Talanquer, 2011). Yapılan araştırmalarda öğrencilerin genellikle mikro seviyeyi anlamada güçlük çektiklerini görülmüştür (Adadan, 2014; Frailich, Kesner & Hostein, 2009; Franco & Taber, 2009; Jaber & Boujaoude, 2012; Karaçöp & Doymuş, 2012; Nakleh, 1992; Raviolo, 2001; Tasker & Dalton, 2008). Asitler ve bazlar konusunun anlaşılmasında karşılan temel güçlüklerin temelinde konuyu mikro seviyede anlayamama yatmaktadır (Çelikler & Harman, 2015; Demirci & Özmen, 2012; Demircioğlu ve diğer, 2012; Pabuçcu & Geban, 2015). Buna göre mikro seviyeyi anlamada zorluk çeken öğrencilerin “*pH sadece asitlik ölçüsüdür,*

bazlıkla bir ilgisi yoktur” (Cros, Maurin, Amouroux, Chastrette, Leber, & Fayol, 1986; Demircioğlu, Ayas, & Demircioğlu, 2005, Metin, 2011; Smith & Metz, 1996), *“tüm bazlar zararsızdır”* (Demirci & Özmen, 2012), *“nötral biz çözeltilerde H^+ ve OH^- iyonları yoktur”* (Demircioğlu ve diğer., 2005), *“tüm asitler yakıcıdır”* (Hand & Treagust, 1988; Lin & Chiu, 2007), *“asitler kuvvetlidir, bazlar zayıftır”* (Nakhleh & Krajcik, 1994), *“kuvvetli asitlerin bağları kuvvetli olduğu için birbirinden ayrılmazlar”* (Ross & Munby, 1991), *“eşit derişimde asit ve baz birbirine karıştırılırsa nötralleşme olur”* (Sheppard, 2006) *“asitler ve bazlar eşit miktarlarda karıştırılırsa çözeltili nötralleşir”* (Yalçın, 2011) gibi yanlışlara sahip oldukları görülmüştür. Lin ve Chiu (2007) lise öğrencileri ile yürüttükleri araştırmalarında öğrencilerin asitler ve bazlar konusunun anlamada üç çeşit yol izlediklerini tespit etmişlerdir. Buna göre birinci kısımdaki öğrenciler, konuyu fenomen (olgu) modeline göre anlamaktadırlar. Bu modele göre öğrenciler asit ve bazları tanecik özelliğine dayandırmaktadırlar ve tüm asitlerin zarar verici ve maddeleri yakıcı ya da eritici olduğuna inanmaktadırlar. Buna göre pH arttıkça asitler ve bazların zarar vericiliği artmakta ve farklı pH seviyelerinde maddelerin belirli bir rengi olmaktadır. İkinci kısımdaki öğrenciler özellik-sembol modeline göre düşünmekte ve sembolik tanımlamalar yapmaktadırlar. Bu kısımdaki öğrenciler asit kavramını hidrojen ile baz kavramını hidroksit ile ilişkilendirmekte ancak bu düşüncenin temelinde yer alan kimyasal reaksiyonları anlayamamaktadırlar. Bu öğrencilerin nötralleşme tepkimelerini moleküler seviyede anlayamadıkları ve *“asit ve baz karışımı her zaman nötral bir çözeltili oluşturur”* gibi yanlışlarının olduğu görülmüştür. Lin ve Chiu (2007) bu iki seviyedeki öğrencilerin asit-baz konusyla ilgili kuralları hatırlayabildikleri ancak konunun mantığını bilimsel olarak anlayamadıklarını belirlemişlerdir. Üçüncü kısımda yer alan öğrencilerin ise bilimsel modele göre konuyu anladıkları görülmüştür. Buna göre bu öğrencilerin konuyu tanecik boyutunda algılayabildikleri ve kavramları zihinlerinde canlandırabildikleri belirlenmiştir. Asitler ve bazlarla ilgili yürütülen bu çalışmaya göre kimyasal bir kavramı tam ve doğru olarak anlamak için makro ve sembolik anlamının yanında mikro boyutta da öğrenmenin sağlanması gerektiği anlaşılmaktadır.

Kimyanın makroskobik, mikroskobik ve sembolik seviyede tam olarak anlaşılması için farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilerin öğrenme sürecine bizzat katılmaları sağlanmalı ve bilgiyi yapılandırmaları gerekmektedir. Bu bakımdan araştırmacılar, öğrencilerin konuları kavramsal olarak anlamalarının sağlanmasında işbirlikli öğrenme, projeye dayalı öğrenme, probleme dayalı öğrenme ve sorgulamaya dayalı öğrenme gibi aktif öğrenme yöntemlerinin kullanılmasını tavsiye etmektedirler. (Barnea & Dori, 1996; Colburn, 2004; Cuevas, Lee,

Hart, & Deaktor, 2005; Hsin-Kai, Krajcik & Elliot, 2001; Treagust & Peterson, 1998). Son yıllarda en fazla kullanan aktif öğrenme yöntemlerinden biri de işbirlikli öğrenmedir (Yavuz ve Çelik, 2013). İşbirlikli öğrenme, öğrencinin aktif olarak öğrenme sürecine katılmasını sağlayan, öğrencinin sorumluluk sahibi olduğu, sınıf içi ve sınıf dışı çalışmaların grup içerisinde işbirlikli halde yürütüldüğü, grup ruhunun oluşturulduğu ve hem akademik hem de sosyal yönden öğrencilerin gelişimlerinin sağlandığı bir aktif öğrenme yöntemidir (Acar & Tarhan, 2008; Karaçöp & Doymuş, 2012; Koç, 2014; Okumuş, 2017; Okur Akçay, 2012; Turaçoğlu, 2011; Ünlü & Aydın, 2011). Ayrıca öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırmada da etkili bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Acar & Tarhan, 2008; Çavdar, 2016; Okumuş, 2017). İşbirlikli öğrenmede her öğrencinin kendi öğrenmesinden ve grup arkadaşlarının öğrenmesinden sorumlu olması, öğrencinin sürece daha aktif katılmasını sağlamaktadır (Okumuş, 2017). İşbirlikli öğrenmenin sınıf içinde uygulanmasında birçok teknik kullanılmaktadır. Öğrenci Takımları Başarı Bölümleri (ÖTBB) de bunlardan biridir. ÖTBB'nin uygulanması sürecinde önce öğretmen anlatımı yapılmakta ardından öğrenciler işbirlikli gruplarda konularını çalışmaktadırlar. ÖTBB'nin kullanılması hem öğretmen anlatımı hem de öğrenci çalışması içerdiği için diğer işbirlikli öğrenme tekniklerinden daha başarılı sonuçlar verdiği literatürde belirlenmiştir (Aksoy ve Gürbüz, 2012; Koç, 2014; Okumuş, Çavdar, Alyar ve Doymuş, 2017; Okumuş, Öztürk, Koç, Çavdar ve Aydoğdu, 2013). Bu bakımdan bu araştırmada ÖTBB'nin kullanılması uygun görülmüştür.

Kimya dersinin içerdiği mikro seviyedeki olayların öğrenciler tarafından tam ve doğru olarak anlaşılması için atomların, moleküllerin, teorik kavramların somutlaştırıcı modellerle öğretilmesi öğrenmeyi kolaylaştıracaktır. Model kavramının çeşitli tanımları mevcuttur. Gobert ve Buckley (2000) modeli *“bilginin sosyal yapılandırılmasından yola çıkarak bireyin hareketleri, sözlü, yazılı ve diğer yollarla anlatım ve tanımları”*, Harrison (2001) *“ karmaşık bir nesne veya sürecin basitleştirilmiş bir temsilidir”* ve Ingham ve Gilbert (1991) *“bir sistemin tipik özelliklerine dikkat çeken, o sistemin sadeleştirilmiş bir sunumu”* şeklinde tanımlamaktadırlar (Okumuş, 2017). Modellerin çok farklı sınıflandırılması mevcuttur (Harrison & Treagust, 2000). Fen eğitiminde en çok kullanılanlarından biri pedagojik analogik modellerdir. Pedagojik analogik modeller atom ve molekül gibi mikroskobik boyutlardaki varlıkları ya da olayları tanımlamak ve öğrencilerin zihinlerinde canlandırmalarını kolaylaştırmak amacıyla kullanılır (Güneş, Gülçiçek & Bağcı, 2004; Çavdar, 2016; Okumuş, 2017). Modellerin öğretim sürecinde kullanılması soyut kavramları zihinde somutlaştırarak anlamlı ve kolay öğrenmeyi sağlar (Ebenezer, 2001; Jaber & Boujaoude, 2012; Philipp,

Johnson & Yezierski, 2014; Sarıkaya, Selvi, Doğan & Bora, 2004). Öğrenciler yalnızca işittikleri şeyleri kolayca unutabilirler. Bizzat katıldıkları bir öğretim etkinliğini unutmazlar ve konuyu daha iyi anlarlar. Öğrenciler herhangi bir konuda yaptıkları somutlaştırıcı etkinlikleri gördükleri, tuttıkları, dokundukları için bu durum öğrenmelerini kolaylaştırır (Adadan, 2014; Çavdar, 2016; Cardoso Mendonça & Justi, 2011; Halloun, 2007). Ayrıca öğrencilerin modelleri bizzat yapmaları, üzerinde çalıştıkları konuyu veya kavramları daha iyi öğrenmelerine yardımcı olur. Aktif öğrenme yöntemlerinin modellerle birlikte uygulanması öğrencilerin hem sürece daha istekli katılmalarını sağlayacak hem de kalıcı öğrenmeler gerçekleştirmelerine olanak sağlayacaktır. Bu bakımdan aktif öğrenme yöntemlerinden işbirlikli öğrenmenin modellerle birlikte uygulanmasının öğrencilerin kavramsal anlamalarını kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Yapılan az sayıda çalışmada işbirlikli öğrenmenin modellerle birlikte uygulanmasının öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırdığı belirlenmiştir (Çavdar, 2016; Çavdar, Okumuş, Alyar & Doymuş, 2016; Okumuş, 2017). Bu bakımdan bu araştırmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Fen bilgisi öğretmenliği programı fizik, kimya ve biyoloji temel alanlarını içeren oldukça geniş kapsamlı bir programdır. Bu programdan mezun olan öğrencilerin fen bilimleri öğretmeni olarak görev yapmadan önce fizik, kimya ve biyoloji konularında temel kavramları bilmeleri beklenmektedir. Temel kavramlar ise fizik ve kimya dersi için fen bilgisi öğretmenliği programının birinci sınıfının müfredatında yer almaktadır. Buna göre ilerde fen bilimleri öğretmenliği yapacak öğretmen adayları kimya kavramları ile birinci sınıfta karşılaşmaktadırlar. Birinci sınıfta kimya kavramlarının doğru olarak öğrenilmesi, hem ilerleyen yıllarda müfredatta var olan diğer kimya derslerini anlamayı kolaylaştıracağı hem de öğretmenlik görevine başlanıldığı zaman kendi öğrencilerine doğru bilgiler öğretmeyi sağlayacağı için önem arz etmektedir. Bu bakımdan bu çalışmada fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıfında öğrenim gören öğretmen adayları ile çalışılmıştır. Araştırmanın problem cümlesi aşağıda verilmiştir:

1. Asitler ve bazlar konusunun tanecik boyutunda anlaşılmasına işbirlikli öğrenme ve modellerin etkisi var mıdır?

Araştırmanın problemi doğrultusunda bu araştırmanın amacı, fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıfında öğrenim gören öğretmen adaylarının asitler ve bazlar konusunu tanecik boyutunda anlamalarına işbirlikli öğrenme yöntemi ve modellerin etkisini belirlemektir.

Yöntem

Araştırmada nicel araştırma desenlerinden ön test–son test uygulamalı yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu araştırmada işbirlikli öğrenme ve modellerin birlikte kullanılmasının öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına etkisinin belirlenmesi amaçlandığı için bu amaca uygun olarak ön test–son test uygulamalı yarı-deneysel desen kullanılmıştır. Ön testte grupların birbirine denk olup olmadığı kontrol edileceği, son testte ise uygulanan yöntemlerin kavramsal başarıyı ne düzeyde etkilediği anlaşılmasına çalışılacağı için bu desen seçilmiştir. İki deney grubu ve bir kontrol grubu ile yürütülen çalışmada gruplar, işbirlikli öğrenmenin öğrenci takımları başarı bölümleri (ÖTBB) yönteminin uygulandığı işbirlikli öğrenme grubu (İÖG, N=18), ÖTBB ve modellerin birlikte uygulandığı işbirlikli model grubu (İMG, N=21) ve geleneksel laboratuvar yaklaşımının uygulandığı kontrol grubu (KG, N=24) şeklinde belirlenmiştir.

Araştırmanın Örnekleme

Araştırmanın evreni fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıfta öğrenim öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise Atatürk Üniversitesi fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıfta öğrenim gören 11’i erkek, 52’si kız olmak üzere 63 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Örneklem, uygun örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Örneklem oluşturulurken öğretmen adayları rastgele üç gruba ayrılmış ve gruplar rastgele deney ve kontrol grupları olarak atanmıştır.

Veri Toplama Aracı

Araştırmada veri toplamak amacıyla araştırmacıların oluşturduğu asitler ve bazlar konusuyla ilgili Tanecikli Yapı Testi (TYT) kullanılmıştır. TYT ilk oluşturulduğunda asit ve baz kavramlarını tanecik boyutundaki çizimlerle açıklayan on beş çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Soruların geçerliği için fen bilgisi eğitiminde görevli üç uzman görüşüne başvurulmuş, alınan dönütler doğrultusunda sorular tekrar düzenlenmiştir. Bu dönütlere göre soruların anlaşılabilirliği artırılmış, sorular daha açık ifadelerle yazılmıştır. Testten güvenilirliği düşüren 2 soru çıkartılmıştır ve testin güvenilirlik katsayısı 0,80 olarak hesaplanmıştır. TYT araştırmanın sınıf içi uygulamalarından önce grupların denkleğini belirlemek amacıyla ön test, sınıf içi uygulamalardan sonra işbirlikli öğrenme ve modellerin kavramsal anlamaya etkisini

belirlemek amacıyla son test olarak uygulanmıştır. TYT'nin belirtke tablosu Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 TYT'nin Belirtke Tablosu

KAZANIMLAR	K	U	A
-Nötralleşme tepkimeleri, asidin ve bazın mol sayıları üzerinden irdelenir; pH kavramı asitlik ve bazlık ile ilişkilendirilerek işlenir.		3 (1, 9, 10)	3 (11, 12, 13)
-Asitler su ortamında H^+ iyonu oluşturma, bazlar ise OH^- iyonu oluşturma özellikleriyle tanıtılarak basit örnekler verilir.	1 (2)	1 (7)	
-Su ile etkileşerek asit/baz oluşturan CO_2 , SO_2 ve N_2O_5 gibi maddelerin çözeltilerinin neden asit gibi davrandığı; NH_3 ve CaO gibi maddelerin çözeltilerinin de neden baz gibi davrandığı bu tepkimeler üzerinden açıklanır.		1 (8)	
-Zayıf asitler/bazlar için $[H^+] = (K_a / C_a)^{1/2}$ ve $[OH^-] = (K_b / C_b)^{1/2}$ eşitlikleri esas alınır.		1 (6)	
-Kuvvetli/zayıf asitler ve bazlar tanıtılır.		4 (3, 4, 5, 6)	
-Asit gibi davranan katyonların ve baz olarak davranan anyonların bu davranışları, su ile etkileşimleri kullanılarak irdelenir.			
-Anyonu zayıf baz olan tuzlara örnekler verilir.		1 (6)	
-Katyonu yüksek pozitif yüklü anyonu nötral asidik tuzlara örnekler verilir.		1 (6)	
-Asit/baz tepkimesinin seyrinin nasıl izlenebileceği irdelenir; indikatör kavramı tanıtılır.		1 (1)	
-Kuvvetli asidin, derişimi bilinen baz çözeltisiyle ve kuvvetli bazın, derişimi bilinen asit çözeltisiyle titrasyonu yapılır; asit/baz miktarını hesaplamada kullanılan bağıntı irdelenir.		1 (3)	
-Titrasyonla ilgili hesaplama örnekleri verilir.		5 (1, 3, 4, 5, 6)	

K: Kavrama **U:** Uygulama **A:** Analiz

*İlk verilen rakam bilişsel alan seviyesinde kazanımın kaç adet soru içeriğini gösterirken; parantez içerisinde verilen rakam/rakamlar, sorunun/soruların numarasını göstermektedir.

Uygulama

Araştırmada öncelikle Genel Kimya Laboratuvarı-II dersini alan ve fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıfında öğrenim gören öğretmen adayları rastgele üç gruba (İMG, İÖG, KG) atanmış ve tüm gruplara TYT ön test olarak uygulanmıştır. Daha sonra her grupta kendi yöntemine göre asit baz titrasyonu deneyi yaptırılmıştır.

Asit baz titrasyonu deneyinde derişimi bilinen bir asit çözeltisi yardımıyla derişimi bilinmeyen bir baz çözeltisinin derişiminin bulunması amaçlanmıştır. Tüm gruplardaki öğretmen adayları deneyi aynı şekilde yapmışlardır. Deney düzeneği için öğretmen adayları önce büreti destek çubuğuna takmışlar ve musluğu kapatmışlardır. Ardından 0,1M HCl çözeltisini bürete doldurmuşlardır. HCl çözeltisinin ilk hacmini büretten okumuş ve kaydetmişlerdir. Sonra, 250mL lik erlene 10mL NaOH çözeltisi doldurarak içine 3 damla fenolftalein ayırıcı eklemiş ve karıştırmışlardır. Daha sonra erleni büretin altına koymuş ve büretin musluğunu açarak HCl çözeltisinin NaOH çözeltisine yavaş yavaş akmasını

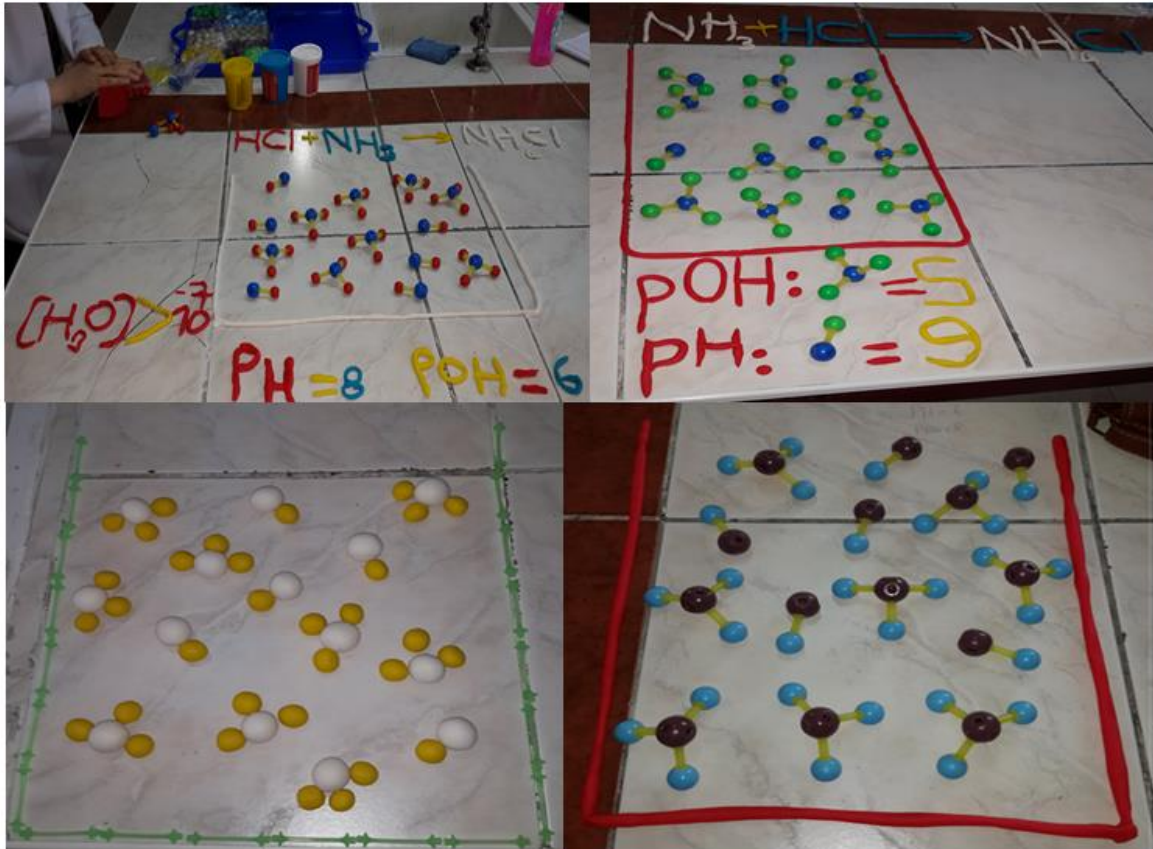
sağlamışlardır. Bu sırada erleni sürekli çalkalamış, erlendeki sıvının rengi renksiz hale gelince büretin musluğunu kapatıp bürette kalan HCl çözeltisinin son hacmini kaydetmişlerdir.

İÖG’de uygulanan ÖTBB yöntemine göre öğretmen adayları işbirlikli çalışacakları takımlara ayrılmıştır. Öncelikle araştırmacı asitler ve bazlar konusunu anlatmış ardından her takım deney föyünü okuyarak konuyu takım arkadaşlarıyla tartışmış ve yukarıda açıklanan asit- baz titrasyonu deneyini yapmıştır.

İMG’de İÖG’deki işbirlikli çalışmaya ek olarak, öğretmen adayları deneyi yaptıktan sonra takımlara oyun hamurları ve molekül modelleri dağıtılmıştır. Her takımdan, oyun hamurları ve molekül modellerini kullanarak NH_4Cl oluşumundaki pH ve pOH değerlerini tanecik boyutunda temsilen göstermeleri istenmiştir.

KG’de ise öğretmen adayları geleneksel laboratuvar yaklaşımına göre gruplara ayrılmıştır daha sonra her grup deney föyünü okuyarak asit baz titrasyonu deneyini yapmıştır.

Aşağıda Şekil 1’de İMG’nin model çalışmalarından örnekler sunulmuştur.



Şekil 1 İMG’deki Takımlarının Hazırladığı Hamur ve Molekül Modellerinden Örnekler

Verilerin Analizi

Verilerin analizi için TYT'den elde edilen veriler öncelikle 130 puan üzerinden puanlanmış ve SPSS 20.0 paket programına aktarılmıştır. Verilerin çözümlenmesinde betimleyici istatistiklerden ortalama ve standart sapma; anlamlılık analizleri için ise tek yönlü varyans analizinden (one-way ANOVA) faydalanılmıştır. Veriler parametrik dağılım gösterdiği, grup sayısı ikiden fazla olduğu ve araştırmanın tek bağımlı değişkeni olduğu için verilerin analizinde one way ANOVA kullanılmıştır. Gruplar arasındaki anlamlı farkın hangi grup lehine olduğunu belirlemek için ise çoklu karşılaştırma testlerinden Scheffe testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın bu kısmında TYT'nin ön ve son test olarak uygulanmasından elde edilen bulgular sunulmuştur.

Araştırmadan elde edilen ön test verilerine yapılan tanımlayıcı istatistikler ve ANOVA sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2 TYT'nin Ön Test Olarak Uygulanması İle Elde Edilen Tanımlayıcı İstatistikler ve ANOVA Sonuçları

Gruplar	N	X	SS	F	p
KG	24	53,33	14,64	2,134	0,13
İÖG	18	45,00	20,36		
İMG	21	42,38	20,95		
Toplam	63	47,30	18,94		

Tablo 2'de verilen TYT'nin ön test olarak uygulanmasından elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistiklerine göre ortalaması en yüksek olan grubun KG ($X=53,33$), ortalaması en düşük olan grubun İMG ($X=42,38$) olduğu görülmektedir. ANOVA sonuçlarına göre ise gruplar arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0,05$).

TYT'nin son test verilerine yapılan tanımlayıcı istatistikler ve ANOVA sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3 TYT'nin Son Test Olarak Uygulanması İle Elde Edilen Tanımlayıcı İstatistikler ve ANOVA Sonuçları

<i>Gruplar</i>	<i>N</i>	<i>X</i>	<i>SS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
<i>KG</i>	24	65,83	19,98	33,866	0,00
<i>İÖG</i>	18	95,00	15,81		
<i>İMG</i>	21	108,57	16,81		
<i>Toplam</i>	63	88,41	25,603		

Tablo 3'te verilen TYT'nin son test olarak uygulanmasından elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistiklerine göre ortalaması en yüksek olan ortalaması grubun İMG ($X=108,57$) olduğu, bunu sırayla İÖG ($X=95,00$) ve KG'nin ($X=65,83$) takip ettiği görülmektedir. ANOVA sonuçlarına göre ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir. ($p<0,05$). Farkın hangi gruplar lehine olduğunu belirlemek amacıyla varyanslar homojen dağıldığı için çoklu karşılaştırma testlerinden Scheffe kullanılmıştır. Scheffe sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

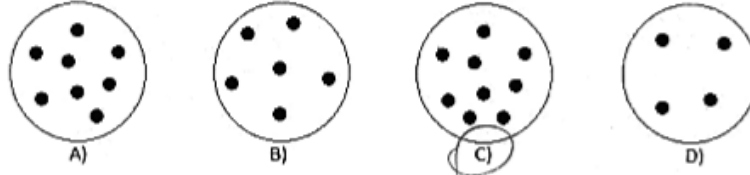
Tablo 4 Son Test Olarak Uygulanan TYT'nin Scheffe Sonuçları

<i>(I) Gruplar</i>	<i>(J) Gruplar</i>	<i>Ortalama fark (I-J)</i>	<i>Standart hata</i>	<i>p</i>
<i>KG</i>	<i>İÖG</i>	-29,167*	5,562	0,00
	<i>İMG</i>	-42,738*	5,330	0,00
<i>İÖG</i>	<i>KG</i>	29,167*	5,562	0,00
	<i>İMG</i>	-13,571	5,730	0,07
<i>İMG</i>	<i>KG</i>	42,738*	5,330	0,00
	<i>İÖG</i>	13,571	5,730	0,07

Tablo 4'te verilen Scheffe sonuçlarına göre, İÖG ile KG arasında İÖG lehine ve İMG ile KG arasında İMG lehine anlamlı bir farklılık belirlenmiştir ($p<0,05$). Buradan işbirlikli öğrenmenin ve işbirlikli öğrenmenin modellerle birlikte uygulanmasının asitler ve bazlar konusunda kavramsal anlamayı arttırdığı görülmüştür.

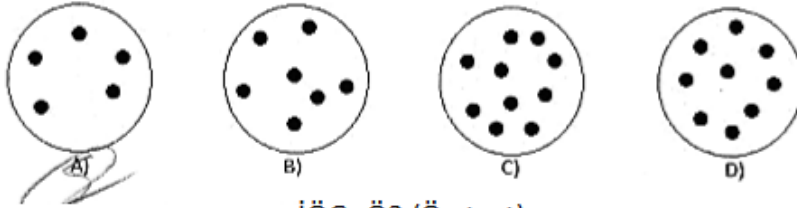
Tanecik boyutundaki çizimleri içeren TYT'ye öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar incelendiğinde, uygulamadan önce ve sonra öğretmen adaylarının asitler ve bazlar konusunda bazı yanlışlara sahip oldukları belirlenmiştir. Aşağıda Şekil 2 ve Şekil 3'te öğretmen adaylarının sahip oldukları bu yanlışlardan bazı örnekler verilmiştir.

S1 0.001M 100mL HCl asit ile 0.0008M 100mL NaOH çözeltileri karıştırılıyor. Son karışımın pH değeri aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir? (pH: ● Sudan gelen iyonları dikkate almayınız.)



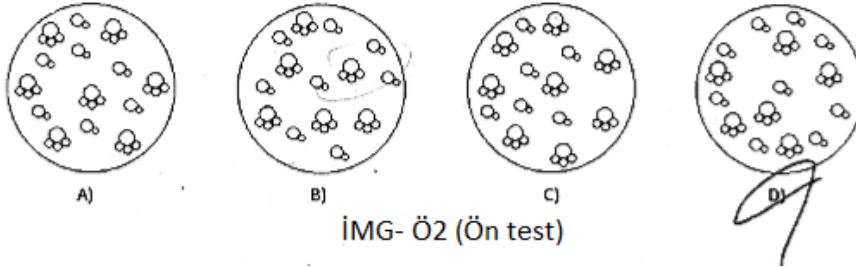
KG- Ö13 (Ön test)

S2 1.10^{-5} Molar NaOH çözeltisinin pH değeri aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir? (pH: ● Her nokta pH'in 1 birimlik değerini göstermektedir. Sudan gelen iyonları dikkate almayınız.)



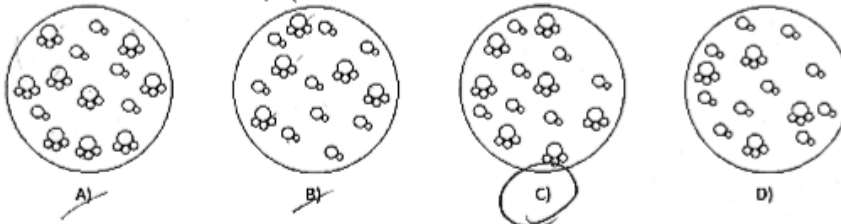
İÖG- Ö2 (Ön test)

S4 Kuvvetli bir asit olan HCl ile zayıf bir baz olan NH_3 'ün tepkimesi sonucunda NH_4Cl tuzu oluşmaktadır. Bu tuzun normal şartlar altında suda çözünmesi sonucu oluşan çözeltideki pH ve pOH tanecekleri aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir? (pH: ⊕, pOH: ⊙)



İMG- Ö2 (Ön test)

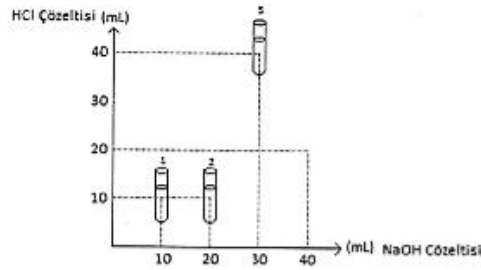
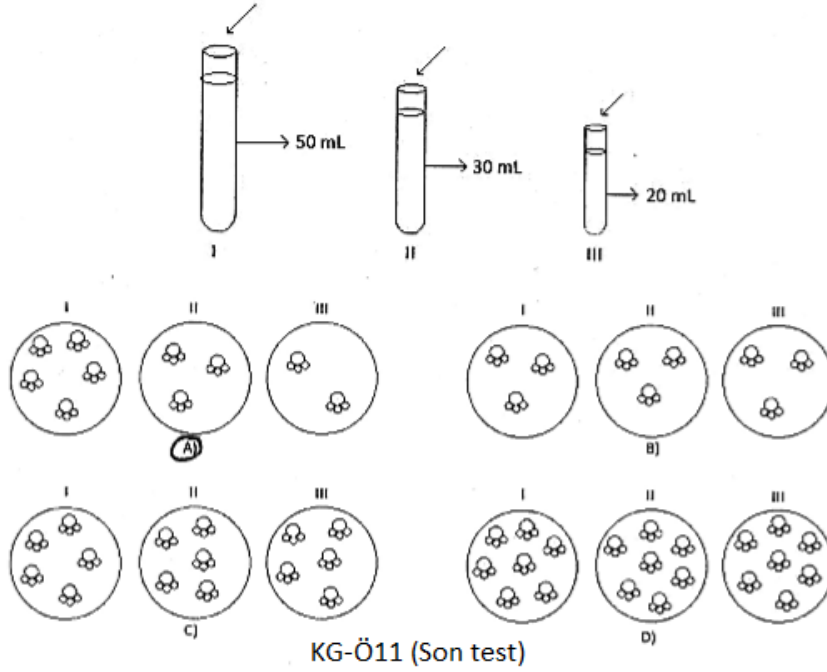
S6 Zayıf bir asit olan CH_3COOH ile zayıf bir baz olan NH_3 'ün tepkimesi sonucunda oluşan NH_4CH_3COO tuzu suda çözülüyor. Oluşan çözeltinin pH ve pOH değerleri aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru verilmiştir? (pH: ⊕, pOH: ⊙ $K_a: 1,8.10^{-5}$, $K_b: 1,4.10^{-9}$)



İÖG- Ö7 (Son test)

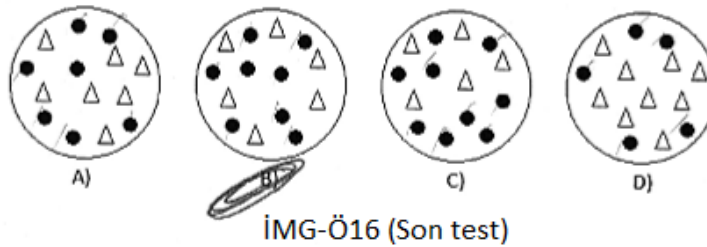
Şekil 2 Öğrencilerin Yanıtlarından Bazı Örnekler

S7 $1.10^{-3}M$ bir kuvvetli asit çözeltisi aşağıda verilen farklı hacimlerdeki tüplere dolduruluyor. Tüplerdeki çözeltilerin pH değeri tanecek boyutta gösterilecek olursa aşağıdaki seçeneklerin hangisinde tüplerdeki çözeltilerin pH değeri doğru olarak gösterilmiş olur? (pH: \odot)



0.1M HCl ve 0.1M NaOH çözeltilerinin grafikte belirtilen oranlarda karıştırılmasıyla oluşturulan çözeltiler verilmiştir.

S12. 2 Numaralı tüp içerisinde bulunan H_3O^+ ve OH^- iyonlarının miktarları aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak gösterilmiştir? (H_3O^+ : \bullet , OH^- : Δ , sudan gelen iyonları dikkate almayınız.)



*Cevaplar: 1-D, 2-D, 4-C, 6-A, 7-B, 12-D

Şekil 3 Öğrencilerin Yanıtlarından Bazı Örnekler

Şekil 2 ve Şekil 3'e göre tüm gruplardaki öğretmen adaylarının pH ve pOH konusunda yanılgıları olduğu görülmüştür. Buna göre birinci soruda KG-Ö13'ün ön testte eşit hacimlerde

ve farklı derişimlerde kuvvetli asit ve baz karıştırıldığında son durumda ortamın pH'sını belirleyen faktörün derişim olduğunu bilmediği görülmüştür. İkinci soruda İÖG-2'nin ön testte bazik bir çözeltilinin pH'sını tanecik boyutunda gösterirken pH değerinin 7'den büyük olması gerektiğini düşünemediği görülmüştür. Dördüncü soruda İMG-Ö2'nin ön testte kuvvetli bir asit ile zayıf bir bazın bir araya geldiğinde oluşacak tuzun asidik özellikte olduğunu bilmediği görülmüştür. Altıncı soruda İÖG-Ö7'nin son testte zayıf asitler ve bazların bir araya gelirken son durumda ortamın pH'sını belirleyen etmenin K_a ve K_b değerleri olduğunu anlayamadığı görülmüştür. Yedinci soruda KG-Ö11'in son testte çözeltilerin homojen karışımlar olduğu ve özelliklerinin her yerde aynı olması gerektiğini ve buna göre aynı çözeltilinin farklı hacimlerinin pH'sının aynı olması gerektiğini bilmediği görülmüştür. On ikinci soruda İMG-Ö16'nın son testte verilen asit ve baz çözeltilerinin karıştırılması ile son durumda ortamın bazik olacağını düşünemediği görülmüştür.

Sonuç ve Tartışma

Araştırmada, uygulama öncesinde ön testten elde edilen verilere yapılan ANOVA sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Buradan hareketle uygulama öncesinde grupların ön bilgi seviyelerinin denk olduğu söylenebilir.

Uygulama sonrasında gruplara uygulanan son testten elde edilen verilere yapılan ANOVA sonuçlarına göre ise gruplar arasında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p<0,05$). Anlamlı farkın İMG ile KG arasında İMG lehine, İÖG ile KG arasında İÖG lehine olduğu tespit edilmiştir. Buna göre işbirlikli öğrenmenin ve işbirlikli öğrenmenin modellerle birlikte kullanılmasının asitler-bazlar konusunu anlamayı kolaylaştırdığı söylenebilir. Modellerin kavramsal anlamayı kolaylaştırdığı Abd-El-Khalick (2012), Adadan (2014), Çavdar (2016), Koponen (2014), Krell, Reinisch ve Krüger (2015), Lederman (2007), Okumuş (2017), Öztürk (2017), Schwarz, Reiser, Acher, Kenyon ve Fortus (2012) ve Topçu'nun (2013) çalışmalarında da belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının birlikte çalıştıkları modeller sayesinde, soyut kavramlar olan atomlar ve moleküller somutlaştırılarak görerek, dokunarak deneyimleme fırsatı bulmalarının bu sonuçların ortaya çıkmasında etkili olduğu düşünülmektedir (Adadan, 2014; Kozma & Russell, 2005; Mayer, 2009; Wang, Chi, Hu & Chen, 2014). Diğer taraftan işbirlikli öğrenmenin kavramsal anlamayı kolaylaştırdığı Acar ve Tarhan (2008), Bilgin ve Geban (2006), Doymuş (2008) ve Karaçöp ve Doymuş'un (2012) çalışmalarında da belirlenmiştir. ÖTBB öğretim sürecinde hem öğretmenin anlatımını

içermesi hem de öğretmen adaylarının sürece bizzat katılmalarını sağlaması sebebiyle, öğretmen adayları konuyu anlamalarını kolaylaştırmaktadır (Akar, 2012; Aslan Efe, Oral, Efe & Öner Sünkür, 2011; Çavdar, 2016; Koç, 2014; Okumuş ve diğer., 2017; Okumuş ve diğer., 2013; Ünlü & Aydın, 2011).

Araştırmada tespit edilen yanlışlar “*derişimin pH’yı etkileyen bir faktör olduğunu anlayamama, pH ile asitlik ve bazlık kavramlarını doğru ilişkilendiremememe, zayıf asitler ve bazların titrasyonunda ortamın pH’sını belirleyen etmenin K_a ve K_b değerleri olduğunu anlayamama, kuvvetli asit ve zayıf baz titrasyonundan oluşan tuzun pH’sını 7’den büyük olarak düşünme, kuvvetli baz ve zayıf asit titrasyonundan oluşan tuzun pH’sını 7’den küçük olarak düşünme, aynı çözeltinin farklı hacimlerinin pH’sının aynı olması gerektiğini anlayamama*” şeklindedir. Bu yanlışların en fazla KG’de olduğu belirlenmiştir. “*Derişimin pH’yı etkileyen bir faktör olduğunu anlayamama*” yanlışısı Çetingül ve Geban (2011), Demircioğlu ve diğer. (2005), Romine, Todd ve Clark (2016) ve Yakmacı Güzel (2013) araştırmalarında, “*pH ile asitlik ve bazlık kavramlarını doğru ilişkilendiremememe*” yanlışısı Bradley ve Mosimege (1998), Çökelez (2010), Demirci ve Özmen (2012) ve Sheppard (2006) çalışmalarında da tespit edilmiştir. Bu araştırmada belirlenen yanlışlara paralel olarak Çelikler ve Harman (2015) araştırmalarında da “*asitlerin kuvvetinin 7’den aşağıya doğru indikçe azalacağı*” yanlışısı, Demircioğlu ve diğer. (2005) ve Metin (2011) araştırmalarında ise “*pH arttıkça asitlerin kuvvetinin artacağı*” yanlışısı belirlenmiştir. Schmidt (1991) araştırmasında öğrencilerin nötralleşme kavramını anlayamadıklarını ve nötralleşmeyi sadece kuvvetli asit ve kuvvetli baz arasında gerçekleşen bir reaksiyon olarak düşündüklerini belirlemiştir. Yine pH kavramını asitlik ve bazlıkla ilişkilendirememekten ve asitlik ve bazlık kuvvetini anlayamamaktan ileri gelen “*tüm tuzların nötral olduğu*” yanlışısı Bradley ve Mosimege (1998), Demircioğlu ve diğer. (2005), Karlı ve Ayas (2013) ve Lin ve Chiu (2007) araştırmalarında tespit edilmiştir. Araştırmaya katılan tüm gruptaki öğretmen adaylarının uygulamadan önce asitler ve bazlar hakkında fazla yanlışlığa sahip oldukları, uygulamadan sonra bu yanlışların özellikle İMG’de azaldığı, ancak yine de bazı yanlışların devam ettiği görülmüştür. Kavram yanlışlarının değişime dirençli olduğu birçok araştırmada da ifade edilmiştir (Adadan, 2012; Çavdar, Okumuş & Doymuş, 2016). Kavram yanlışlarının değişime dirençli olması öğretmen adaylarının ön öğrenmelerinden, gündelik hayatta konuştukları dilden, soyut kavramları zihinlerinde tam şekillendiremediklerinden kaynaklanabilir.

Öneriler

Araştırmanın sonuçları doğrultusunda, öğretim üyeleri kimya eğitiminde çok önemli bir yer tutan, teoride öğrenilenlerin uygulamalarla hayata geçirildiği ve somutlaştırıldığı laboratuvarlar derslerinde, klasik laboratuvar yaklaşımı yerine öğrenci merkezli, öğrencilerin aktif olmasını sağlayacak, anlamlı ve kalıcı öğrenmelerine katkıda bulunan işbirlikli öğrenme yöntemleri ve modelleri birlikte kullanarak öğrencilerin kavramsal anlamalarına katkı sağlayabilirler. İleriki çalışmalarda farklı konularda, farklı işbirlikli öğrenme yöntemleri ve farklı modeller kullanılarak öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerindeki etkisine bakılabilir.

Kaynakça

- Abd-El-Khalick, F. (2012). Examining the sources for our understandings about science: Enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34 (3), 353-374.
- Acar, B., & Tarhan, L. (2008). Effects of cooperative learning on students' understanding of metallic bonding. *Research in Science Education*, 38 (4), 401-420.
- Adadan, E. (2014). Model-tabanlı öğrenme ortamının kimya öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı kavramını ve bilimsel modellerin doğasını anlamaları üzerine etkisinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33 (2), 378-403.
- Adadan, E. (2012). Using multiple representations to promote grade 11 students' scientific understanding of the particle theory of matter. *Research in Science Education*, 43 (3), 1079-1105.
- Akar, M.S. (2012). *Fen ve teknoloji öğretmenlerinin işbirlikli öğrenme modeli hakkında bilgilendirilmesi, bu modelin sınıfta uygulamaları ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi: Kars il örneği*. Yayımlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Aksoy, G. & Gürbüz, F. (2012). İşbirlikli iki farklı tekniğin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 11 (42), 67-78.
- Aslan Efe, H., Oral, B., Efe, R., & Öner Sünkür, M. (2011). Fotosentez ünitesinin bilgisayar simülasyonlarıyla desteklenen işbirlikli öğretim yöntemiyle öğretiminin öğrenci erişimi ve biyoloji dersine yönelik tutuma etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5 (1), 313-329.

- Ayas, A., & Demirbaş, A. (1997). Turkish secondary students' conceptions of introductory chemistry concepts. *Journal of Chemical Education*, 74 (5), 516-521.
- Ayas, A., & Özmen, H. (1998). *Asit-baz kavramlarının güncel olaylarla bütünleştirilme seviyesi: bir örnek olay çalışması*. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi, 23-25.
- Avcı Bölek, H. (2012). *Genel kimya dersinde asitler ve bazlar konusunda örnek olaya dayalı öğrenme yönteminin öğrencilerin akademik başarısına etkisi*. Yayımlanmamış doktora tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Barnea, N., & Dori, Y. J. (1996). Computerized molecular modelling as a tool to improve chemistry teaching. *Journal of Chemical Information and Computer Science*, 36 (6), 629 -636.
- Bradley, J. D., & Mosimege, M. D. (1998). Misconceptions in acids and bases: A comparative study of student teachers with different chemistry backgrounds. *South African Journal of Chemistry*, 51, 137-145.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S., & Geban, Ö. (2004). Kimyadaki bazı yaygın yanlış kavramlar. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24 (1), 135-146.
- Cardoso Mendonça, P.C., & Justi, R. (2011). Contributions of the model of modelling diagram to the learning of ionic bonding: analysis of a case study. *Research in Science Education*, 41 (4), 479–503.
- Cokelez, A. (2010). A Comparative Study of French and Turkish Students (grades 11–12) Ideas on Acid – Base Reactions. *Journal of Chemical Education*, 87 (1), 102–106.
- Cokelez, A., Dumon, A., & Taber, K. S. (2008). Uper secondary French students, the chemical transformation and the models register. *International Journal of Science Education*, 30 (6), 807–836.
- Colburn, A. (2004). Inquiry scientists want to know. *Educational Leadership*, 62, 63-66.
- Cooper, C., & Pearson, P. (2012). A genetically optimized predictive system for success in general chemistry using a diagnostic algebra test. *Journal of Science Education and Techology*, 21 (1), 197 – 205.
- Corcoran, T. B., Mosher, F. A., & Rogat, A. D. (2009). *Learning progressions in science: An evidence-based approach to reform*. New York, NY: Columbia University, Teachers College, Center on Continuous Instructional Improvement.
- Cros, D., Maurin, M., Amouroux, R., Chastrette, M., Leber, J., & Fayol, M. (1986). Conceptions of first-year university students of the constituents of matter and the notions of acids and bases. *European Journal of Science Education*, 8, 305 – 313.

- Cuevas, P., Lee, O., Hart, J., & Deaktor, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (3), 337-357.
- Çavdar, O. (2016). *İşbirlikli öğrenme yönteminin iyi bir eğitim ortamı için yedi ilke ve modellerle birlikte kullanılmasının 7. sınıf maddenin yapısı ve özellikleri ünitesinin anlaşılmasına etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Çavdar, O., Okumuş, S. & Doymuş, K. (2016). Fen eğitimi öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısıyla ilgili anlamalarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13 (33), 69-93.
- Çavdar, O., Okumuş, S. Alyar, M., & Doymuş, K. (2016). Maddenin tanecikli yapısının anlaşılmasına farklı yöntemlerin ve modellerin etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 555-592.
- Çelikler, D., & Harman, G. (2015). Fen bilgisi öğrencilerinin asit ve bazlarla ilgili zihinsel modellerinin analizi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12 (32), 433-449.
- Çetingül, İ., & Geban, Ö. (2011). Using conceptual change texts with analogies for misconceptions in acids and bases. *Hacettepe University Journal of Education*, 41, 112-123.
- Çökelez, A. (2015). "Fen eğitiminde model ve modelleme öğretmenler, öğretmen adayları ve öğrenciler: Alanyazın taraması. *Turkish Studies*, 10 (15), 255-272.
- Demirci, Ö., & Özmen, H. (2012). Zenginleştirilmiş bir öğretim materyalinin öğrencilerin asit ve bazlarla ilgili anlamalarına etkisi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (1), 1-17.
- Demircioğlu, G., Ayas, A., & Demircioğlu, H. (2005). Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases. *Chemistry Education Research and Practice*, 6 (1), 36 – 51.
- Demircioğlu, F. N., Özdemir, S., Özmen, H., Cındıl, T., & Yıldız, M. F. (2012, Haziran). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının asit-baz kavramlarıyla ilgili yanlışlarının tespiti*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde.
- Doymuş, K. (2008). Teaching chemical equilibrium with the jigsaw technique. *Research in Science Education*, 38 (2), 249-260.

- Ebenezer, J. (2001). A hypermedia environment to explore and negotiate students' conceptions, animation of the solution process of table salt. *Journal of Science Education and Technology*, 10, 73–91.
- Frailich, M., Kesner, M. & Hofstein, A. (2009). Enhancing students' understanding of the concept of chemical bonding by using activities provided on an interactive website. *Journal of Research in Science Technology*, 46, 289-310.
- Franco, A.G. & Taber, K.S. (2009). Secondary students' thinking about familiar phenomena: Learners' explanations from a curriculum context where 'particles' is a key idea for organizing teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 31 (14), 1917-1952.
- Gobert, J. D. & Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 891-894.
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç., & Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elamanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1 (1), 35-48.
- Halloun, I. (2007). Mediated modeling in science education. *Science & Education*, 16, 653–697.
- Hand, B. M., & Treagust, D. F. (1988). Application of a conceptual conflict teaching strategy to enhance student learning of acids and bases. *Research in Science Education*, 18 (1), 53 – 63.
- Harrison, G. A. (2001.) How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students. *Research in Science Education*, 31, 401-435.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 1011-1026.
- Hsin-Kai, W., Krajcik, J.S., & Elliot S. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, (7), 821-842.
- Ingham, A. M., & Gilbert, J. K. (1991). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *The Journal of Science Education*, 13 (2), 193-202.
- Jaber, L.Z., & Boujaoude, S. (2012). A macro–micro–symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions. *International Journal of Science Education*, 34 (7), 973-998.

- Karacop, A., & Doymuş, K. (2013). Effects of jigsaw cooperative learning and animation techniques on students' understanding of chemical bonding and their conceptions of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education and Technology*, 22 (2), 186-203.
- Karslı, F., & Ayas, A. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının kimya konularında sahip oldukları alternatif kavramlar. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 7 (2), 284-313.
- Koç, Y. (2014). Okuma-yazma-uygulama ve öğrenci takımları başarı bölümleri yöntemlerinin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi: Madde ve ısı ünitesi. *Ekev Akademi Dergisi*, 18 (58), 191- 210.
- Koponen, I.T. (2014). Systemic view of learning scientific concepts: A description in terms of directed graph model. *Complexity*, 19 (3), 27-37.
- Kozma, R., & Russell, J. (2005). Students becoming chemists: Developing representational competence. In *Visualization in science education* (pp. 121-145). Springer Netherlands.
- Krell, M., Reinisch, B., & Krüger, D. (2015). Analyzing students' understanding of models and modeling referring to the disciplines biology, chemistry, and physics. *Research in Science Education*, 45 (3), 367-393.
- Lederman, N.G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. *Handbook of research on science education*, 2, 831-879.
- Lin, J.W., & Chiu, M.H. (2007). Exploring the characteristics and diverse sources of students' mental models of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 29 (6), 771 – 803.
- Mayer, R.E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.
- Metin, M. (2011). Effects of teaching material based on 5E model removed pre-service teachers' misconceptions about acids-bases. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*, 5 (2), 274-302.
- Nakleh, M.B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69, 191- 196.
- Nakhleh, M. B., & Krajcik, J. S. (1994). Influence of levels of information as presented by different Technologies on students' understanding of acid, base, and pH concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (10), 1077 – 1096.

- Okumuş, S. (2017). “İyi bir eğitim ortamı için yedi ilke”nin işbirlikli öğrenme ve modellerle birlikte uygulanmasının fen bilimleri dersinin anlaşılmasına etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Okumuş, S., Çavdar, O., Alyar, M., & Doymuş, K. (2017). Kimyasal denge konusunun mikro boyutta anlaşılmasına farklı öğretim yöntemlerinin etkisi. *İlköğretim Online*, 16 (2), 727-745, 2017
- Okumuş, S., Öztürk, B., Koç, Y., Çavdar, O., & Aydoğdu, S. (2013). İşbirlikli öğrenme modeli ve iyi bir eğitim için yedi ilkenin sınıfta birlikte uygulanması. *Ekev Akademi Dergisi*, 17 (57), 493-502.
- Okur Akçay, N. (2012). *Kuvvet ve hareket konusunun öğretilmesinde işbirlikli öğrenme yöntemlerinden grup araştırması, okuma-yazma-sunma ve birlikte öğrenmenin etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Özmen, H., Demircioğlu, G., & Coll., R.K. (2009). A comparative study of the effects of a concept mapping enhanced laboratory experience on Turkish high school students' understanding of acid-base chemistry, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 1-24.
- Öztürk, B. (2017). *Maddenin tanecikli yapısının öğretiminde iyi bir eğitim ortamı için yedi ilke ve modellerle desteklenen işbirlikli öğrenme yöntemlerinin uygulanması*. Yayınlanmamış doktora tezi. Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Pabuçcu, A., & Geban, Ö. (2015). 5E öğrenme döngüsüne göre düzenlenmiş uygulamaların asit-baz konusundaki kavram yanlışlarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15 (1), 191-206.
- Pekdağ, B., & Le Maréchal, J.F. (2010). An explanatory framework for chemistry education: The two-world model. *Education and Science*, 35 (157), 84-99.
- Philipp, S. B., Johnson, D. K., & Yeziarski, E. J. (2014). Development of a protocol to evaluate the use of representations in secondary chemistry instruction. *Chemistry Education: Research and Practice*, 15, 777.
- Raviolo, A. (2001). Assessing students' conceptual understanding of solubility equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 78, 629-631.
- Romine, W.L., Todd, A.N., & Clark, T.B. (2016). How do undergraduate students conceptualize acid-base chemistry? Measurement of a concept progression. *Science Education*, 100 (6), 1150-1183.

- Ross, B., & Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: A study of high-school students' understandings of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 13 (1), 11 – 23.
- Sarıkaya, R., Selvi, M., & Doğan Bora, N. (2004). Mitoz ve mayoz bölünme konularının öğretiminde model kullanımının önemi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12 (1), 85-88.
- Schmidt H.J. (1991). A label as a hidden persuader: Chemists' neutralization concept, *International Journal of Science Education*, 13, 459 - 471.
- Schwarz, C., Reiser, B., Acher, A., Kenyon, L., & Fortus, D. (2012). MoDeLS: challenges in defining a learning progression for scientific modeling. In A. Alonzo & A. Gotwals (Eds.), *Learning progressions in science. current challenges and future directions* (pp. 101–137). Rotterdam: Sense.
- Sheppard, K. (2006). High school students' understanding of titrations and related acid-base phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 7 (1), 32 – 45.
- Smith, K.J., & Metz, P.A. (1996). Evaluating student understanding of solution chemistry through microscopic representations. *Journal of Chemical Education*, 73 (3), 233-235.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33 (2), 179–195.
- Tasker, R., & Dalton, R. (2008). Visualizing the molecular world- design, evaluation, and use of animations. In Gilbert, J.K., Reiner, M. & Nakleh, M. (Ed). *Visualitation: Theory and practice in science education*, vol 3, Springer, Dordrecht, pp. 103-131.
- Topcu, M.S. (2013). Preservice teachers' epistemological beliefs in physics, chemistry, and biology: A mixed study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11 (2), 433-458.
- Treagust, D.F., & Peterson, R. F. (1998). Learning to teach primary science through problem-based learning. *Science Education*, 82 (2), 215-237.
- Tsaparlis, G. (1997). Atomic and molecular structure in chemical education. *Journal of Chemical Education*, 74 (8), 922–925.
- Turaçoğlu, İ. (2011). Pre-service teachers' self evaluations towards group investigation technique. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 39-47.
- Ünlü, M., & Aydın, S. (2011). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin matematik öğretiminde öğrenci takımları başarı bölümleri tekniği hakkındaki görüşleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 101-117.

- Wang, Z., Chi, S., Hu, K., & Chen, W. (2014). Chemistry teachers' knowledge and application of models. *Journal of Science Education Technology*, 23, 211–226.
- Yakmacı Güzel, B. (2013). 12. Sınıf öğrencilerinin bazı temalardaki kimya kavram yanlışlarının belirlenmesi ve bu bulguların etkili kullanımına dair öneriler. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 31 (2), 5-26.
- Yalçın, A. (2011). Investigation of the change of science teacher candidates' misconceptions of acids-bases with respect to grade level. *Turkish Journal of Science Education*, 8 (3), 161 – 172.
- Yavuz, S., & Çelik, G. (2013). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin gazlar konusundaki kavram yanlışlarına tahmin-gözlem-açıklama tekniğinin etkisi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1 (1), 1-20.