



A Phenomenographic Study on Chemical Bonding*

Şenol ŞEN* and Ayhan YILMAZ

Hacettepe University, Ankara, TURKEY

Received: 09.01.2013

Accepted: 10.12.2013

Abstract –This study aims to reveal how students perceive and identify the concept of chemical bonding, and to identify and explain the misconceptions of students on this subject through phenomenographic research method, as well. The present study included 17 2nd grade students who enrolled to Inorganic Chemistry course in the Faculty of Education. Concept maps and lotus blossom technique were used as data collection tools in order to determine the perceptions and definitions of students about chemical bonding. Data analysis results determined the misconceptions of students about chemical bonding classified misconceptions under seven categories, which are, according to the results of the study, physical changes and bonding, ionic bond, formation of chemical bonding, the existence of chemical bonding, covalent bonds, metallic bonds and intermolecular bonding.

Key words: Chemical Bonding, Phenomenography, Lotus Blossom Technique, Concept Map, Misconceptions.

DOI No: <http://dx.doi.org/10.12973/nefmed205>

Summary

Introduction: Phenomenography is a qualitative research methodology that investigates the qualitatively different ways in which people experience and understand various aspects of the phenomenon in their world (Marton, 1981, akt., McCosker, Barnard & Gerber, 2003). Phenomenography was initially used to investigate learning among students and analyze how they perceive and understand a text (Dahlgren, 1975; Svensson, 1976; Säljö, 1975, as cited in Aydın, 2008). This approach produces a descriptive model of qualitative variation in the ways people's experience of phenomena.

* Corresponding author: Şenol ŞEN, Research Assistant in Hacettepe University, Faculty of Education, Department of Chemistry Education, Beytepe, Ankara, TURKEY.

E-mail: schenolschen@hacettepe.edu.tr

The presents study used phenomenographic research method in order to demonstrate how students perceive and define the concept of chemical bonding and to identify and explain the misconceptions students, as well.

Methodology: This study was conducted through phenomenographic research method. The researchers tried to determine the misconceptions of students about this issue under seven top categories within an inductive coding process. These categories took their final shape after the researchers evaluated them together.

This study lasted for three weeks. In the first week, the students were informed about the concept map and lotus blossom technique, and also how to prepare a concept map and how to fill the leaves of the lotus blossom. In the second week, the students were asked to prepare a concept map about chemical bonding. In this study, drawing a concept map from scratch method was used to prevent any limitation on the perceptions and identifications of the students regarding chemical bounding. In the last week, the students were asked to fill the previously prepared leaves of lotus blossom. At the end of the third week, data obtained through concept maps and lotus blossom technique was analyzed. The students stated their opinions about the misconceptions that the researchers determined. Therefore, member checking was used in order to determine whether or not the students actually have misconceptions about this issue.

Results: The students were determined to have some knowledge about chemical bonding; however, they could not thoroughly deal with this subject. Although the students were aware of the difference between intramolecular and intermolecular bonding, they generally start from the intramolecular bondings and then they could not thoroughly or inaccurately fulfil the transition from intramolecular to intermolecular bonding. It can be observed from the concept maps on chemical bonding of the students that the students did not clearly understand the concepts of element, atom and chemical bonding.

Table 1 shows that the misconceptions on chemical bonding were mostly determined using lotus blossom technique. 22 misconceptions were determined through lotus blossom technique and 19 misconceptions were determined using concept maps. In total, 8 misconceptions were determined using both data collection tools.

Table 1 Misconceptions Determined through Lotus Blossom Technique and Concept Maps

The Categories Including the Misconceptions of Students about Chemical Bonding	The misconceptions of Students about Chemical Bonding	The Misconceptions Determined through Concept Maps	The Misconceptions Determined through Lotus Blossom Technique
Physical changes and chemical bonding	The effect of solution on intramolecular chemical bonding		X
	Change of phase which is an evidence of chemical bonding	X	X
	Decrease of affinity of the bond between H and O when H ₂ O was heated	X	
	Heat causes the change of phase in chemical bonding	X	
Ionic Bonds	Ionic bond was only formed from monatomic ions.	X	
	Ionic compounds have low melting point.	X	
	Ionic compounds are only in solid and liquid phases.	X	
	Metallic intensive bonds among metal ions in ionic compounds		X
The Formation of Chemical Bonding	The number of bonds connected with electrons without bonds and partner electrons		X
	The equivalence of the number of valence electrons with the number of bonds		X
	The number of bond's connection with the valences of elements		X
	Primary formation of π bond within the formation of chemical bonding		X
	Use of the concept of attachment for chemical bonding	X	X
	The formation of chemical bonding as a result of combining of atoms	X	
	The formation of chemical bonding as a result of superposition		X

	The formation of chemical bonding starts from orbital d		X
	The formation of chemical bonding between elements	X	X
	The formation of molecules from the same type.		X
	Use of energy during the formation of chemical bonding	X	X
The existence of chemical bonding (Charging substantial features)	Decrease of mass as a result of bonds' destroy	X	
	The contribution of bonds to mass in a molecule mass	X	
	Regard of chemical bonding as concrete matter	X	X
	Disconnection of chemical bonding through physical operations		X
	Weakening of chemical bonding due to heat	X	
	The break of chemical bonding	X	X
	Destruction of chemical bonding	X	X
Covalent bonds	The formation of covalent bonds as a result of electron exchange		X
	Covalent bonds with weak interactions		X
	The bonds between the molecules are covalent bonds		X
Metallic bonds	The formation of alloys through chemical bonding		X
	The formation of metallic bond as a result of electrons' becoming partners	X	
	Regard of the metallic bond as ionic bonds and covalent bonds	X	
Intermolecular Bonding	Intermolecular bonds as the single force or interaction rather than chemical bonding	X	X
Determined Misconceptions in Total		19	22
Misconceptions Determined through Both Lotus Blossom Technique and Concept Map in Total			8

Discussion: The results of this study determined that students had several misconceptions about chemical bonding. The previous studies on this subject in the literature also obtained similar results (Awan et al., 2012; Birk & Kurtz, 1999; Boo, 1998; Canpolat et al., 2003, Coll

& Taylor, 2001; Durmuş & Bayraktar, 2010; Griffiths & Preston, 1992; Naah & Sanger, 2012; Nicoll, 2001; Peterson & Treagust, 1989; Peterson et al., 1989; Smith & Nakhleh, 2011; Taber, 1997; 1998; Taber et al., 2012; Tan & Treagust, 1999). This study determined that students had misconceptions about the concepts of physical change and chemical bonding, ionic bond, formation of chemical bonding, the existence of chemical bonding, covalent bonds, metallic bonds and intermolecular bonding within the subject of chemical bonding. The categories were created according to the results obtained through lotus blossom technique and concept maps. According to these categories, the students were determined to have most number of misconceptions about the category of “the formation of chemical bonding”.

Conclusion: Contrary to the data collection tools that were used in the studies conducted with phenomenographic research methods (Didiş et al., 2008, Mutch, 2009; Walsh, 2009; Wihlborg, 2004, Temur, 2011; Ünal & Zollman, 1999) and the studies on the misconceptions about chemical bonding in the literature (Awan et al., 2012; Canpolat et al., 2003, Durmuş & Bayraktar, 2010; Naah & Sanger, 2012; Nicoll, 2001; Smith & Nakhleh, 2011; Taber et al., 2012) this study used lotus blossom technique and concept maps. The study concluded that the misconceptions of students about a certain subject can also be determined through the combination of these two methods, except for the open-ended questions, multiple-choice questions and interviews. Another important result of this study is that more misconceptions can be determined through lotus blossom technique.

Kimyasal Bağlarla İlgili Fenomenografik Bir Çalışma[†]

Şenol ŞEN* ve Ayhan YILMAZ

Hacettepe Üniversitesi, Ankara, TÜRKİYE

Makale Gönderme Tarihi: 09.01.2013

Makale Kabul Tarihi: 10.12.2013

Özet: Bu çalışmanın amacı, öğrencilerin kimyasal bağ kavramını nasıl algıladıklarını ve tanımladıklarını ortaya çıkarmak ve bu konuda sahip oldukları kavram yanılgılarını fenomenografik araştırma yöntemi ile tanımlamak ve açıklamaktır. Çalışmaya üniversitede okuyan ve Anorganik Kimya dersi alan 17 ikinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili algılarını ve tanımlamalarını belirlemek amacıyla kavram haritaları ve nilüfer çiçeği tekniği veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Toplanan verilerin incelenmesi sonucu öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili kavram yanılgıları tespit edilmiş ve kavram yanılgıları ile ilgili yedi kategori belirlenmiştir. Buna göre öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili algıları incelenirken belirlenen kavram yanılgıları; fiziksel değişimler ve bağlar, iyonik bağlar, kimyasal bağın oluşumu, kimyasal bağların varlığı, kovalent bağlar, metalik bağlar ve moleküller arası bağlar kategorilerinde yer almaktadır.

Anahtar kelimeler: Kimyasal Bağlar, Fenomenografi, Nilüfer Çiçeği, Kavram haritası, Kavram Yanılgısı.

Giriş

Fenomenografi, insanların yaşadıkları çevrede karşılaştıkları fenomenleri algılama ve anlamadaki farklılıkları ve benzerlikleri tanımlamak için nitel verilerin kullanıldığı bir araştırma yöntemidir (Marton, 1981, akt., McCosker, Barnard & Gerber, 2003). Fenomenografi ile yapılan ilk çalışmalarda öğrencilerin bir metni nasıl algıladıkları ve anladıkları incelenmiştir (Dahlgren, 1975; Svensson, 1976; Säljö, 1975, akt., Aydın, 2008).

Fenomenografi, insanların yaşadıkları dünyada karşılaştıkları nesnelere, olgularını ve yaşantılarını; kavramsallaştırmalarını, algılamalarını ve anlamalarını çeşitli nitel yollarla bir yapı oluşturarak zihinsel örüntüler ortaya çıkarmasını sağlayan bir araştırma yöntemidir

[†] İletişim: Şenol ŞEN, Araştırma Görevlisi, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, Beytepe, Ankara, Türkiye.

E- mail: schenolschen@hacettepe.edu.tr

(Marton, 1986,1988 akt., Özgen, 2013). Marton (1981)'a göre fenomenografik yöntemlerle yapılan çalışmalar evrendeki çeşitli fenomenlerle ilgili bireylerin farklı yollarla sahip oldukları deneyimleri hakkında bilgi vermektedir. Bu yöntem, öğrencilerden bir kısmının neden diğer öğrencilerden daha iyi öğrendiğini öğrenmek amacıyla ortaya çıkmıştır. Marton (1981) tarafından tanıtılan fenomenografik araştırma yaklaşımı insanların çevremizdeki çeşitli fenomenleri anlama, anlamlandırma, kavrama, algılama veya deneyimler kazanma yollarındaki çeşitliliğin ortaya çıkartılmasını sağlamaktadır (Akt., Walsh, 2009). Fenomenografi, insanların kendi yaşantılarını algılama yollarını tanımlamak için kullanılan bir yöntemdir. İnsanların fenomenleri algılamaları arasındaki benzerlikler ve farklılıklardan yararlanır (McCosker, Barnard & Gerber, 2003). Fenomenografik çalışmaların temel amacı, insanların yaşadıkları dünyada karşılaştıkları nesnelere, olgular ve yaşantılar hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkarmaktır.

Fenomenografik araştırma yöntemi, öğrencilerin aynı kavramdan ne(ler) algıladıklarını veya anladıklarını ortaya koymak amacıyla eğitim araştırmalarında kullanılmaktadır (Entvistle 1997; Wihlborg 2004). Literatürde, kimya eğitimi ile ilişkili öğrencilerin çözünürlük konusunda sahip oldukları kavramları belirlemek (Ebenezer & Erickson, 1998), atom hakkında sahip oldukları bilgileri araştırmak (Ünal & Zollman, 1999), organik kimya ile ilgili tepkime mekanizması problemlerini çözme deneyimlerini incelemek (Bhattacharyya & Bodner, 2005), stokiyometri ile ilgili deneyimlerini ve kimya öğrenme yaklaşımlarını belirlemek amacıyla (Mutch, 2009) fenomenografik çalışmalar yapılmıştır. Ebenezer ve Erickson (1998) tarafından yapılan çalışmada 11 öğrenci ile görüşmeler yapılarak öğrencilerin çözünürlük konusunda sahip oldukları kavramlar kategoriler şeklinde verilmiştir. Ünal ve Zollman (1999) ise, öğrencilerden atom ile ilgili bir testte yer alan açık uçlu sorulara cevap vermelerini istemişlerdir. Öğrenciler tarafından açık uçlu sorulara verilen cevaplar kategorileştirilerek sunulmuştur. Bhattacharyya ve Bodner (2005) yaptıkları çalışmada sesli düşünme tekniği ile öğrencilerin organik kimya problemlerini çözmelerini isteyerek, gözlem ve görüşmelerden elde edilen bulguları benzer şekilde kategoriler halinde sunmuşlardır. Mutch (2009) tarafından yapılan fenomenografik çalışmada ise, veriler görüşme yoluyla toplanmış olup bulgular kategoriler halinde verilmiştir.

Fenomenografik araştırma yönteminde, veriler genellikle klinik görüşme yöntemiyle toplanılmaktadır. Fakat bireylerin bir fenomeni nasıl algıladıklarını ifade etme yollarında değişiklikler görülmektedir. Bu yüzden fenomenografik bir çalışmada veriler grup görüşmeleri, gözlemler, resimler, çizimler, yazılı yanıtlar ve tarihsel belgelerle de

toplanylabilmektedir (Marton, 1994, akt, Didiş, Özcan, & Abak, 2008). Bu çalışmada veri toplama aracı olarak kavram haritalarının yanı sıra nilüfer çiçeği tekniği kullanılmıştır. Nilüfer Çiçeği, Yasuo Matsumura tarafından sistem çözümleme aracı olarak geliştirilmiştir (Kalaycı, 2008). Nilüfer çiçeği tekniğinde, nilüfer çiçeği diyagramının merkezine bir yönetici tarafından merkez bir konu (tema) yazılarak başlanır. Daha sonra grup üyelerinden bu merkez konu hakkında düşüncelerini veya uygulamalarını belirtmeleri istenilir (Tatsuno, 1990, akt., Peterson, 2003). Bu teknik, dinamik parçalardan oluşan bir bütünün gestalt kavramına uygun olarak tasarlanmış halidir. Bu teknik ile ayrı bir şekilde analiz yapabilmek amacıyla merkez konu (tema) parçalara ayrılır ve yeni fikirler üretilerek ortaya çıkartılır (Yaqoob, 2007). Michalko (1994) bu tekniğin merkez tema ile ilişkili yeni alt temaların ortaya çıkmasını sağladığını belirtmiştir. Sürekli genişleyen daireler veya yapraklar ile yeni fikirler ve temaların keşfedilmesinde kullanılabileceğini belirtmiştir (Akt., Yaqoob, 2007).

Fenomenografi, düşünme ve öğrenme ile ilgili sorulara cevap bulmak amacıyla eğitim araştırmalarında kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise, öğrencilerin kimyasal bağ kavramı ile ilgili algıları ve tanımlamalarından yola çıkarak eğer varsa bu konuda sahip oldukları kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Çünkü öğrenciler, çeşitli fen kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul edilen anlamlarından farklı bir şekilde yorumlamakta ve yapılandırmaktadırlar (Taber, 1994; 1997). Bu konulardan bir tanesi de kimyasal bağlar konusudur. Kimyasal bağ kavramı, soyut bir kavram olup öğrenciler tarafından zor anlaşılmaktadır (Yayon, Mamlok-Naaman, & Fortus, 2012). Ayrıca literatürde yapılan birçok çalışmada da kimyasal bağlarla ilgili öğrencilerin, çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir (Awan vd., 2012; Birk & Kurtz, 1999; Boo, 1998; Canpolat, Pınarbaşı & Sözbilir, 2003, Coll & Taylor, 2001; Durmuş & Bayraktar, 2010; Griffiths & Preston, 1992; Naah & Sanger, 2012; Nicoll, 2001; Peterson & Treagust, 1989; Peterson, Treagust, & Garnett, 1989; Smith & Nakhleh, 2011; Rosenthal & Sanger, 2012; Taber, 1997; 1998; Taber, Tsaparlis & Nakiboğlu, 2012; Tan & Treagust, 1999). Literatür incelendiğinde Tablo 1'de yer alan konularda öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir.

Tablo 1 Literatürde En Fazla Kavram Yanılgısının Olduğu Kimyasal Bağlar ve Konuları

İyonik bağ	Atasoy, Kadayıfçı, & Akkuş, 2003; Ayar Kayalı & Tahran, 2005; Awan vd., 2012; Barker & Millar, 2000; Boo, 1998; Coll & Taylor, 2002; Coll & Treagust, 2003; Levy Nahum, Hofstein, Mamlok-Naaman, & Bar-Dov, 2004; Özmen, 2004; Taber, 1993; 1994; 1997; 1998; Tan & Treagust, 1999; Ünal, Özmen, Demircioğlu, & Ayas, 2001
Kovalent bağ	Atasoy vd., 2003; Awan vd., 2012; Birk & Kurtz, 1999; Can & Harmandar, 2004; Canpolat, Pınarbaşı, & Sözbilir, 2003; Öztürk Ürek & Tarhan, 2005; Peterson & Treagust, 1989; Peterson, Treagust, & Garnett, 1989; Tarhan & Acar Sesen, 2012; Ünal vd., 2001
Metalik bağ	Atasoy vd., 2003; Awan vd., 2012; Can & Harmandar, 2004; Coll & Taylor, 2001; Coll & Taylor, 2002; Taber, 1998; Ünal vd., 2001
Moleküller arası bağlar	Can & Harmandar, 2004; Levy Nahum vd., 2004; Taber, 1998; Tarhan & Acar Sesen, 2012
Molekül şekli	Atasoy vd., 2003; Birk & Kurtz, 1999; Peterson vd., 1989; Ünal vd., 2001; Canpolat vd., 2003; Yılmaz & Morgil, 2001
Molekül polarlığı	Awan vd., 2012; Birk & Kurtz, 1999; Can & Harmandar, 2004; Canpolat vd., 2003; Nicoll, 2001; Ünal vd., 2001; Yılmaz & Morgil, 2001

Kimyasal bağlar konusu, kimyanın temel konularından biri olup hem ortaöğretim hem de üniversite düzeyinde öğretilen birçok kimya kavramının öğrenilmesinde çok büyük önem arz etmektedir. (Ritter, 2007). Kimyasal bağ kavramı, hem öğretmenler hem de öğrenciler tarafından zor bir konu olarak kabul edilmekte ve buna bağlı olarak da konunun öğretimi esnasında öğrenciler çeşitli kavram yanılgılarına sahip olabilmektedir. Bu kavram yanılgılarının birçoğu, ders kitaplarındaki çok fazla basitleştirilmiş olan modellerden, geleneksel öğretim yöntemlerinden ve öğrencilerin başarılarını değerlendirme şeklerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca bilim adamları tarafından yapılan kimya konularına ait temel tanımlardaki farklılıklar ve konuyu anlatmak için kullanılan modellerin çok fazla uygun olmaması kavram yanılgılarının diğer nedenleri arasındadır (Levy Nahum, Mamlok-Naaman, Hofstein, & Taber, 2010).

Çalışmanın Önemi ve Amacı

Kimyasal bağlarla ilgili, çeşitli çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalarda ya öğrencilerin kavram yanlışları belirlenmiş ya da öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını gidermek için farklı kavramsal değişim yöntemleri kullanılmıştır (Awan et al., 2012; Birk & Kurtz, 1999; Boo, 1998; Canpolat vd., 2003, Coll & Taylor, 2001; Durmuş & Bayraktar, 2010; Griffiths & Preston, 1992; Naah & Sanger, 2012; Nicoll, 2001; Peterson & Treagust, 1989; Peterson vd., 1989; Smith & Nakhleh, 2011; Taber, 1997; 1998; Taber, Tsaparlis, & Nakiboğlu, 2012; Tan & Treagust, 1999). Literatürde yapılan çalışmalarda, öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla görüşmeler, çoktan seçmeli testler, açık uçlu sorular, kavram haritaları, kelime ilişkilendirme testleri veya iki aşamalı teşhis testleri kullanılmıştır. Bu çalışmada ise, öğrencilerin kimyasal bağlar ile ilgili algılarından ve tanımlamalarından yola çıkarak kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla fenomenografik araştırma yöntemi kullanılmıştır. Öğrencilerin kimyasal bağ kavramından ne algıladıklarını kavram haritaları ile çizmeleri istenmiştir. Ayrıca, ilk defa bu çalışmada öğrencilerin kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak için nilüfer çiçeği tekniği kullanılmıştır. Öğrencilerin bu teknikte kimyasal bağları sekiz temel kavram ile açıklamaları istenmiş olup bu konuda öğrencilere serbestlikler tanınmıştır. Çalışmada fenomenografik araştırma yöntemi kullanılarak öğrencilerin kimyasal bağlar konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarına ait kategoriler belirlenmek istenmiştir. Bu amaçla aşağıdaki soruya yanıt aranmıştır:

1. Üniversite öğrencilerinin kimyasal bağlar konusunda sahip oldukları kavram yanlışları nelerdir?

Yöntem

Araştırmanın Modeli

Bu çalışma, öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili algılarını ve tanımlamalarını inceleyerek bu konuda sahip oldukları kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla fenomenografik araştırma yöntemi ile yürütülmüştür. Öğrencilerin bu konuda sahip oldukları kavram yanlışları araştırma süreci içerisinde araştırmacılar tarafından tümevarımsal bir kodlama süreci izlenerek 7 üst kategoride toplanılmaya çalışılmıştır. Kategoriler, araştırmacılar tarafından birlikte değerlendirilerek son şeklini almıştır.

Çalışma üç haftalık bir süre içerisinde tamamlanmıştır. Birinci hafta, öğrencilere kavram haritaları ve nilüfer çiçeği tekniği hakkında bilgiler verilip bir kavram haritasının nasıl hazırlanacağı ve nilüfer çiçeği yapraklarının nasıl doldurulması gerektiği konusunda gerekli açıklamalar yapılmıştır. İkinci hafta içerisinde, öğrencilerden kimyasal bağlarla ilgili bir

kavram haritası oluşturmaları istenmiştir. Üçüncü ve son haftada ise öğrencilere önceden hazırlanmış olan nilüfer çiçeği yapraklarını doldurmaları istenmiştir. Üçüncü haftanın sonunda kavram haritaları ve nilüfer çiçeği tekniği ile toplanan verilerin analiz edilmesi ile araştırmacılar tarafından belirlenen kavram yanlışları ile ilgili katılımcı teyidini (member checking) sağlamak amacıyla öğrencilerden görüşler alınmıştır. Böylece öğrencilerin gerçekten bu konuda kavram yanlışlarına sahip olup olmadıkları katılımcı teyidi ile belirlenmiştir. Katılımcı teyidi ile nitel araştırmaların inanılabilirliği artırılır ve verilerin analiz edilmesinden sonra yapılan yorumlar, çıkarımlar ya da sonuçlar katılımcılara gösterilerek doğrulanması süreçlerini takip eder (Lincoln & Guba, 1985). Öğrencilerin kendilerini ifade edememelerinden, veri toplama araçlarından veya araştırmacıların yaptıkları analizlerden kaynaklı tespit edilen ve gerçekte kavram yanlışlığı olmayan fikirler ve kavramlar araştırmanın dışında tutulmuştur. Böylece öğrencilerin kullandıkları tüm yanlış ifadelerin veya veri toplama araçlarındaki verilerin hatalı bir şekilde değerlendirilmesinden kaynaklı tüm bilgilerin kavram yanlışlığı olarak ele alınmasının önüne geçilmiştir. Örneğin “Kimyasal bağlar kopabilir” ifadesi bu çalışmada tespit edilen kavram yanlışlarından biridir. Fakat bu ifadenin kavram yanlışlığı olup olmadığına yapılan katılımcı teyidi ile karar verilmiştir. “Kopma” eylemi öğrenci tarafından kimyasal bağa bir maddesel özellik kazandırarak kullanılmışsa bu ifade kavram yanlışlığı olarak ele alınmıştır. Fakat bu ifade kullanılan dilden kaynaklı bir durum olup öğrenci tarafından kimyasal bağlar arasındaki etkileşimler açıklanabiliyorsa kavram yanlışlığı olarak ele alınmamıştır.

Çalışma Grubu

Çalışmaya, üniversite ikinci sınıf öğrencisi olup Anorganik Kimya Dersini alan 17 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerin 12’si kız öğrenci, 5’i de erkek öğrencidir. Öğrenciler için Ö1-Ö17 şeklinde kodlamalar yapılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada, öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili algılarını ve tanımlamalarını belirleyerek bu konuda sahip oldukları kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla kavram haritası ve nilüfer çiçeği tekniği kullanılmıştır. Bu amaçla, her öğrenci bireysel olarak çalışma ile ilgili kavram haritası ve nilüfer çiçeği hazırlamıştır.

Nilüfer çiçeği tekniğinde ortadaki (merkez) kavramı ifade etmek için sadece tek bir kelime kullanabildiği gibi aynı zamanda çizimler, yorumlar, şekiller ve tepkimeler de kullanılabilir. Bu çalışmada merkez kavramı tanımlarken öğrencilerden daha çok birden fazla kelime ya da cümle ile fikirlerini belirtmeleri istenmiştir. Öğrenciler bu merkez

kavram ile ilişkili fikirlerini belirtmekte özgür bırakılmıştır. Tablo 2’de Nilüfer Çiçeğinin bir yaprağı görünmektedir. Merkezde “Kimyasal Bağ Oluşumu” şeklinde bir kavram bulunmaktadır. Bu kavramın etrafında öğrenciler tarafından doldurulması gereken toplam 8 tane kutucuk vardır. Öğrencilere bu kavram ile ilgili herhangi bir sınırlama getirilmeden özgür bir şekilde algılarını yansıtacak şekilde çeşitli ifadeler kullanabilmeleri sağlanmıştır. Merkez kavram ile ilgili sadece cümlelerin yazılması gerekli değildir. Öğrenciler burada kutucukları doldurmak için çeşitli şekiller, grafikler çizebilirler, denklemler yazabilirler ya da metaforlar kullanabilirler. Her bir öğrenci tarafından bu şekilde bireysel olarak doldurulan nilüfer çiçekleri incelenerek veriler bilgisayar ortamına aktarıldı. Elde edilen veriler için analizler yapılmış olup öğrencilerin kavram yanılgıları belirlenmiştir.

Tablo 2: Nilüfer Çiçeği Tekniği Örneği

B1	B2	B3
B8	B Kimyasal Bağ Oluşumu	B4
B7	B6	B5

Palcıca, Gavrilă ve Boacă (2010) öğrencilerin bilgi düzeylerini belirlemede, yöntemlerin sistematikleştirilmesinde ve kontrol edilmesinde nilüfer çiçeği tekniğinin kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bu sebeple bu çalışmada öğrencilerin kimyasal bağlar konusunda sahip oldukları kavram yanılgıları, kavram haritalarının yanı sıra nilüfer çiçeği tekniği ile belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan veri toplama araçlarından bir diğeri de kavram haritalarıdır. Literatürde işbirliği ile kavram haritası oluşturma (collaborative concept mapping), boşluk doldurarak kavram haritası oluşturma (fill in the map), sıfırdan kavram haritası oluşturma (concept mapping from scratch), web tabanlı kavram haritası (web-based concept map) ve akış çizelgesi metodu (a flow map method) şeklinde kavram haritası oluşturma teknikleri bulunmaktadır (Anderson & Demetrius 1993; Şen & Koca, 2003; Ruiz Primo, Schultz, Li, & Shavelson, 2001; Tsai, Lin, & Yuan, 2001). Bu çalışmada öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili algıları ve tanımlamaları konusunda bir sınırlama yapılmaması için sıfırdan kavram haritası oluşturma tekniği kullanılmıştır. Literatürde yapılan çalışmalarda kavram yanılgılarının

belirlenmesinde kavram haritalarının kullanıldığı görülmektedir (Aykutlu & Şen, 2012; Gonzalez, 1997; Çıldır & Şen, 2006; Şen, 2002; Şen & Aykutlu, 2008; Trowbridge & Wandersee, 1994). Fakat kavram yanılgılarının tespitinde nilüfer çiçeği tekniğinin bir veri toplama aracı olarak kullanıldığı çalışmalar bulunamamıştır.

Verilerin Analizi

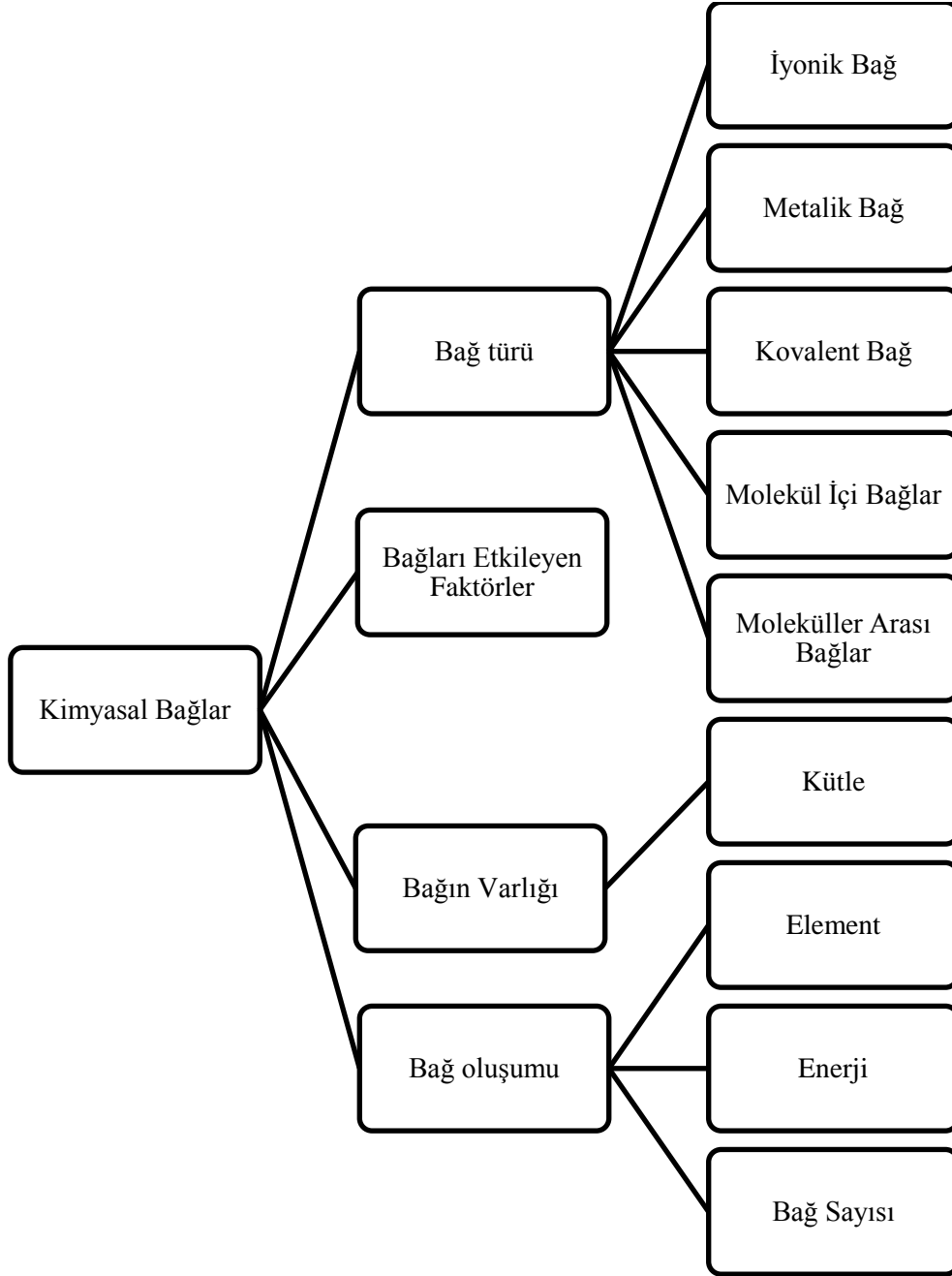
Fenomenografik analiz yönteminde, elde edilen veriler analiz edilerek kategoriler oluşturulur. Bu kategoriler aracılığıyla bireylerin bir kavram ya da bir durumu nasıl algıladıkları veya nasıl tanımladıkları tespit edilir. Sınırlı sayıda oluşturulan bu kategoriler çalışma sırasında toplanan verilerin analizi sonucu oluşturulur. Analizler sonucunda veriler arasındaki benzerlikler ve farklılıklar göz önünde bulundurularak kategorileştirme işlemi yapılır (Didiş vd., 2008). Marton ve Booth (1997) fenomenografik bir analiz sırasında dikkat edilmesi gereken bazı ölçütleri ileri sürmüşlerdir. Buna göre analizler sonucu elde edilen kategoriler araştırılmakta olan fenomen ile mantıklı ve net bir şekilde ilişkili olup aralarında hiyerarşik bir yapı bulunmalıdır. Oluşturulmuş olan her kategori, fenomeni algılama, anlama ve tanımlama yollarındaki farklılıkları ortaya koymalı ve kategori sayısının mümkün olduğu ölçüde az olmasına dikkat edilmelidir (Didiş vd., 2008).

Veri analizi sürecinde veriler araştırmacılar tarafından bireysel olarak kodlanmış ve daha sonra karşılaştırmalar yapılmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda uyum düzeyinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Yapılan farklı kodlamalar için tekrar verilere dönülmüş ve birlikte çalışılarak kodlama sürecinde uzlaşmaya vararak veri kodlama süreci tamamlanmıştır. Oluşturulan kategoriler uzlaşma sonucu belirlenmiştir.

Bulgular ve Yorumlar

Öğrencilerin kimyasal bağlar ile ilgili algılarından ve tanımlamalarından yola çıkarak kimyasal bağlar konusundaki kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak amacıyla hem yöntem hem de veri analizi olarak fenomenografik yöntemin kullanılması sonucu öğrencilerin kimyasal bağlar konusunda çeşitli kavram yanılgılarına sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin hazırladıkları kavram haritalarında ve doldurdıkları nilüfer çiçeklerinde kimyasal bağlarla ilgili algıları, tanımlamaları kategorileştirilmiş ve bu kategoriler Şekil 1’ de verilmiştir. Şekil 1 incelendiği zaman öğrencilerin hem kavram haritasında hem de nilüfer çiçeğinde kimyasal bağlarla ilgili bilgileri yapılandıramadıkları anlaşılmaktadır. Öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili çeşitli bilgilere ve fikirlere sahip oldukları ama bu bilgileri bir araya getirmekte zorlandıkları belirlenmiştir. Bu sebeple kategori oluşturulurken öğrencilerin hangi

kavramları kullandıkları belirlenmiş ve bu kavramlar şekil 1’de görülen üst kategoriler altında toplanmıştır. Örneğin öğrenciler “Alaşımlar arasında metalik bağın yanı sıra iyonik bağlar da vardır.” şeklinde bir fikir belirtmişlerdir. Bu fikir metalik bağ kategorisi altında toplanılmıştır. Aynı şekilde “Isı ile birlikte molekül içi bağlar kopar, kırılır.” şeklindeki bir ifadede bağları etkileyen faktörler kategorisi altında toplanılmıştır.

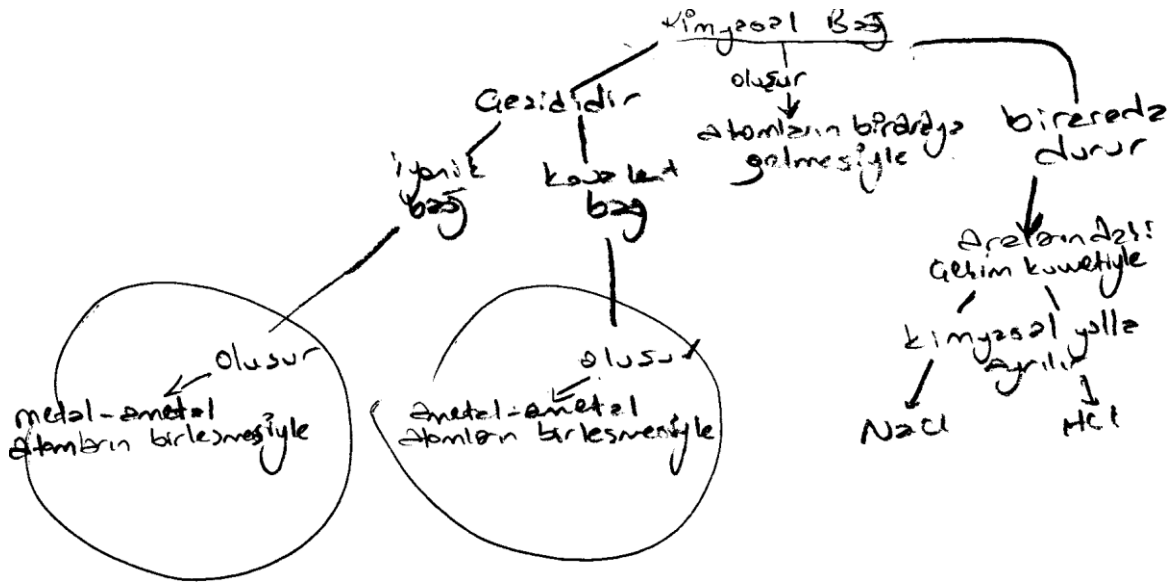


Şekil 1 Öğrencilerin Kimyasal Bağları Tanımlama Kategorileri

Öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili çeşitli bilgilere sahip oldukları fakat bu bilgileri bir bütün olarak ele alamadıkları belirlenmiştir. Öğrenciler molekül içi ve moleküller arası

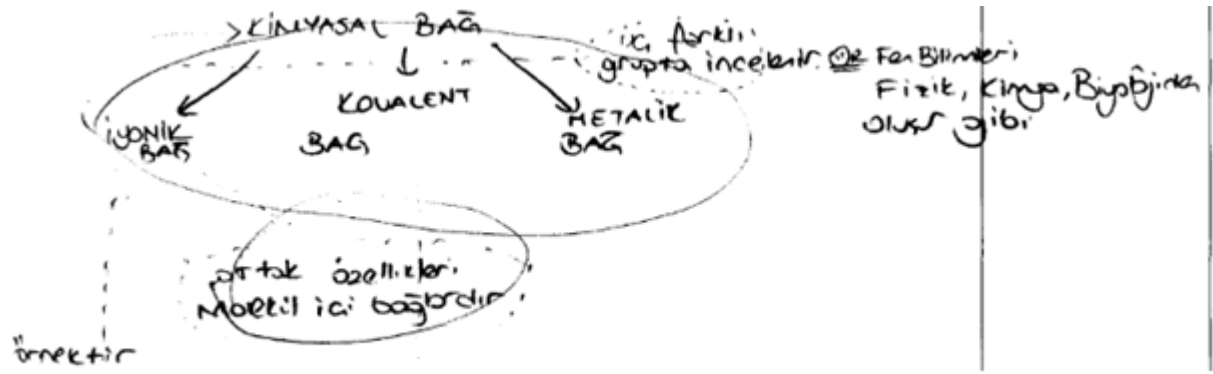
bağ kavramlarının farkında olmalarına rağmen genelde molekül içi bağlardan hareket edip moleküller arası bağlara geçişi yapamamaktadırlar ya da hatalı bir şekilde yapmaktadırlar. Özellikle öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili oluşturdukları kavram haritaları incelendiği zaman; element, atom ve kimyasal bağ kavramları arasında bir başarısızlık yaşadıkları anlaşılmaktadır. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu NaCl ve HCl moleküllerindeki bağları elementler arasında gerçekleşen bağlar şeklinde açıklamaya çalışmışlardır.

“NaCl → Na + Cl ve HCl → H + Cl iyonlaşarak elementler oluşur.” şeklinde ifadeler öğrenciler tarafından kullanılmıştır. Atom kavramı ile element kavramının birbiriyle karıştırılmış olması, öğrencilerin bu iki kavramın tam olarak farkında olmadıklarını göstermektedir. Öğrencilerin bu ifadelerinin kavram yanılığı olup olmadığını teyit ettirmek amacıyla öğrencilerden katılımcı teyidiyle alınan ikinci bir dönüt, öğrencilerin kimyasal bağın oluşumu sırasında element ile atom kavramlarını tam olarak anlayamadıkları sonucunu ortaya çıkarmıştır.



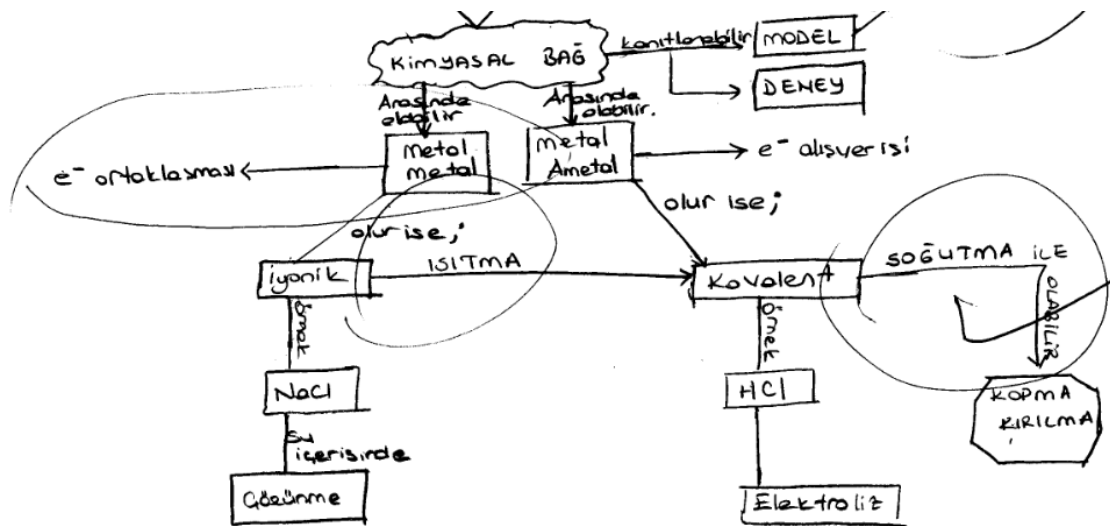
Şekil 2 "Kimyasal Bağların Atomların Birleşmesi Sonucu Oluştugu" Kavram Yanılığını İçeren Kavram Haritası (Ö3)

Başlangıçta bir kavram yanılığı olarak kabul edilmeyen "birleşme" kelimesi Ö3 kodlu öğrenciden alınan cevaplar üzerine bir kavram yanılığı olarak kabul edilmiştir (Şekil 2). Ö3, kimyasal bağlar ile atomların birbirlerine birleştiklerini düşünmektedir. Öğrencinin, iyonik bağlar için elektron alışverişi ve kovalent bağlar içinde elektron ortaklaşması ifadelerini kullanmasına rağmen bağ sonucunda atomların birleştiğini düşünmektedir.



Şekil 3 "Metalik Bağın Bir Molekül İçi Bağ Olduğu" Kavram Yanılığını İçeren Kavram Haritası (Ö4)

Şekil 3'te, Ö4 kodlu öğrenci metalik bağın bir molekül içi bağ olduğunu düşünmekte ve metalik bağın, tıpkı iyonik ve kovalent bağlardaki gibi bir sürecin sonunda oluştuğunu ifade etmiştir.



Şekil 4 " Kimyasal Bağların Fiziksel İşlemler ile Kırılması ve Kopması" Kavram Yanılığını İçeren Kavram Haritası (Ö13)

Ö13 kodlu öğrenci kimyasal bağların fiziksel işlemler ile kırılacağını ve kopacağını düşünmektedir. Kimyasal bağlar ısıtma veya soğutma ile kırılabilir ya da kopabilir. Ö13 kodlu öğrenci tarafından oluşturulan bu kavram haritasında görüldüğü gibi öğrencinin, kimyasal bağlara maddesel özellikler yükleme eğiliminde olduğu saptanmıştır (Şekil, 4).

Tablo 3: Öğrencilerin Kimyasal Bağlar Konusunda Sahip Oldukları Kavram Yanılgıları ve Üst Kategorileri

Kimyasal Bağlar konusunda öğrencilerin kavram yanılgılarının yer aldığı üst kategoriler	Kimyasal Bağlar ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları	Frekans (Öğrenci Sayısı)
Fiziksel değişimler ve bağlar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Çözünmenin molekül içi kimyasal bağlara etki etmesi ✓ Hal değişiminin kimyasal bağın bir kanıtı olması ✓ H₂O'nun ısıtılmasıyla H ve O arasındaki bağın çekim kuvvetinin azalması ✓ Isının, kimyasal bağın hal dönüşümlerine neden olması 	5
İyonik bağlar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ İyonik bağın sadece mono atomik iyonlardan oluşması ✓ İyonik bağlı bileşiklerin erime noktalarının düşük olması ✓ İyonik bağlı bileşiklerin sadece katı ve sıvı fazda olması ✓ İyonik bileşiklerdeki metal iyonları arasındaki bağların metalik ağırlıklı olması 	4
Kimyasal bağın oluşumu	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bağ sayısının, bağ yapmamış elektronlarla ve ortaklaşmış elektronlarla ilişkili olması ✓ Bağ sayısının, elementlerin değerlik elektron sayısı kadar olması ✓ Bağ sayısının elementlerin değerlikleri ile ilişkili olması ✓ Kimyasal bağın oluşumunda önce π bağının oluşması ✓ Kimyasal bağ için tutunma kavramının kullanılması (Kimyasal bağlar atomların birbirleriyle tutunmaları sonucu oluşur) ✓ Kimyasal bağların atomların birleşmesiyle oluşması ✓ Kimyasal bağların bindirme sonucu oluşması (Atomlar birbirleri üzerine yaptıkları bindirmeler sonucu bağlanırlar) ✓ Kimyasal bağın oluşumunun önce d orbitallerinde başlaması ✓ Kimyasal bağın elementler arasında oluşması ✓ Moleküllerin aynı cins elementlerden oluşması ✓ Kimyasal bağların oluşması sırasında enerjinin kullanılması (Kimyasal bağların oluşumu endotermiktir) 	14
Kimyasal bağların varlığı (Maddesel özellikler yükleme)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bağların kopması sonucunda kütlenin azalması ✓ Bir molekül kütlesinde bağların kütleye katkı yapması ✓ Kimyasal bağların somut madde olarak düşünülmesi ✓ Kimyasal bağların fiziksel işlemlerle ayrılması ✓ Kimyasal bağların ısı ile zayıflaması ✓ Kimyasal bağların kırılması ✓ Kimyasal bağların kopması 	7
Kovalent bağlar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kovalent bağların elektron alışverişi sonucu oluşması ✓ Kovalent bağların zayıf etkileşimler olması ✓ Moleküller arasındaki bağların kovalent bağlar olması 	3
Metalik bağlar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alaşımların kimyasal bağlarla oluşması ✓ Metalik bağın elektron ortaklaşması sonucu oluşması ✓ Metalik bağın, iyonik ve kovalent bağlar gibi elektron alışverişi ya da ortaklaşması sonucu oluştuğunun düşünülmesi 	3
Moleküller arası bağlar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Moleküller arası bağların kimyasal bağ olmayıp sadece kuvvet veya etkileşim olması 	2

Öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili kavram yanlışları 7 üst kategori altında toplanmıştır. Bu 7 kategori aynı zamanda öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili neden kavram yanlışlarına sahip olduklarını da göstermektedir. Ayrıca bu 7 kategori öğrencilerin kimyasal bağlar konusunda kavram yanlışlarının hangi noktalarda daha fazla olduğunu da ortaya çıkarmaktadır. Tablo 3 incelendiği zaman öğrencilerin “kimyasal bağın oluşumu” üst kategorisinde daha fazla kavram yanlışlarına sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Tablo 4’de araştırmacılar tarafından hazırlanmış ve öğrenciler tarafından doldurulmuş olan nilüfer çiçeği tekniğinin şeması görülmektedir.

Tablo 4: Ö17 Kodlu Öğrenci Tarafından Doldurulmuş Olan Nilüfer Çiçeği Tekniği Örneği

A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
A8	A	A4	B8	B	B4	C8	C	C4
A7	A6	A5	B7	B6	B5	C7	C6	C5
H1	H2	H3	A	B	C	D1	D2	D3
H8	H	H4	H	Kimyasal Bağ	D	D8	D	D4
H7	H6	H5	G	F	E	D7	D6	D5
G1	G2	G3	F1	F2	F3	E1	E2	E3
G8	G	G4	F8	F	F4	E8	E	E4
G7	G6	G5	F7	F6	F5	E7	E6	E5

A: Kimyasal Bağın Varlığı

E: Kovalent Bağ

B: Kimyasal Bağ Oluşumu

F: Enerji

C: Moleküller arasındaki Bağlar

G: Bağ Sayısı

D: İyonik Bağ

H: Molekül

B1 İki elementin birleşmesi sonucu oluşur.	B2 Yeni bir tür oluşur.	B3 Fiziksel işlemlerle ayrıştırabiliriz.
B8 Tepkimeye giren maddeler özelliklerini kaybeder.	B Kimyasal Bağ Oluşumu	B4 Dışarıya ısı verilir.
B7 Atomlardan moleküller oluşur.	B6 Etkileşim sonunda oluşur.	B5 Yapısı sağlamdır.

Öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili algılarını tespit etmek ve belirlemek amacıyla kullanılan nilüfer çiçeğinin şeması Tablo 4’de gösterilmiştir. Öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili algılarını belirlemek amacıyla kullanılan nilüfer çiçeğinin merkezinde kimyasal bağ kavramı yer almaktadır. Kimyasal Bağ kavramının etrafında ise, öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili algılarını ve tanımlamalarını ortaya koyan sekiz tane temel kavram daha bulunmaktadır (A-H). Bu kavramlarda kendi içinde alt kavramlara (ifadeler, şekiller, çizimler ve kimyasal tepkimelerin sembollerle göstermek gibi) ayrılmaktadır (A1-A8, B1-B8, C1-C8, D1-D8, E1-E8, F1-F8, G1-G8, H1-H8). Böylece her bir alt kavram yeni bir Nilüfer Çiçeği yapraklarında görülmektedir.

1 İki Elementin Birleşimi	2 Yeni bir tür oluşumu	3 Fiziksel işlemlerle ayrıştırılmak
8 Tepkimeye giren maddelerin özelliklerini kaybetmesi	B Kimyasal Bağ oluşumu	4 Dışarıya ısı verilmesi
7 Atomlardan moleküller oluşur	6 Etkileşim	5 Yapısı sağlamdır.

Şekil 5 Nilüfer Çiçeğinin Bir Yaprakında Yer Alan Kimyasal Bağların Oluşumu Hakkındaki Öğrenci Algıları (Ö17)

Şekil 5’te Ö17 kodlu öğrenci tarafından oluşturulmuş (tablo 3’te çizilmiş olan Nilüfer Çiçeği Örneği) olan bir nilüfer çiçeğinin yapraklarında yer alan ifadelerle bakıldığı zaman öğrencinin kimyasal bağın iki elementin birleşmesi sonucu oluştuğunu ifade etmiştir. Aynı şekilde kimyasal bağın bir etkileşim olduğu ve fiziksel işlemlerle ayrılacağı öğrenci tarafından yazılmıştır.

Tablo 5 Nilüfer Çiçeği Tekniği ve Kavram Haritası Kullanılarak Belirlenen Kavram Yanılgıları

Kimyasal Bağlar konusunda öğrencilerin kavram yanılgılarının yer aldığı kategoriler	Kimyasal Bağlar ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları	Kavram Haritası ile Tespit Edilen Kavram Yanılgıları	Nilüfer Çiçeği Tekniği ile Tespit Edilen Kavram Yanılgıları
Fiziksel değişimler ve bağlar	✓ Çözünmenin molekül içi kimyasal bağlara etki etmesi		X
	✓ Hal değişiminin kimyasal bağın bir kanıtı olması	X	X
	✓ H ₂ O'nun ısıtılmasıyla H ve O arasındaki bağın çekim kuvvetinin azalması	X	
	✓ Isının, kimyasal bağın hal dönüşümlerine neden olması	X	
İyonik bağlar	✓ İyonik bağın sadece mono atomik iyonlardan oluşması	X	
	✓ İyonik bağlı bileşiklerin erime noktalarının düşük olması	X	
	✓ İyonik bağlı bileşiklerin sadece katı ve sıvı fazda olması	X	
	✓ İyonik bileşiklerdeki metal iyonları arasındaki bağların metalik ağırlıklı olması		X
Kimyasal bağın oluşumu	✓ Bağ sayısının, bağ yapmamış elektronlarla ve ortaklaşmış elektronlarla ilişkili olması		X
	✓ Bağ sayısının, elementlerin değerlik elektron sayısı kadar olması		X
	✓ Bağ sayısının elementlerin değerlikleri ile ilişkili olması		X
	✓ Kimyasal bağın oluşumunda önce π bağının oluşması		X
	✓ Kimyasal bağ için tutunma kavramının kullanılması (Kimyasal bağlar atomların birbirleriyle tutunmaları sonucu oluşur)	X	X
	✓ Kimyasal bağların atomların birleşmesiyle oluşması	X	
	✓ Kimyasal bağların bindirme sonucu oluşması (Atomlar birbirleri üzerine yaptıkları bindirmeler sonucu bağlanırlar)		X
	✓ Kimyasal bağın oluşumunun önce d orbitallerinde başlaması		X
	✓ Kimyasal bağın elementler arasında oluşması	X	X

	✓ Moleküllerin aynı cins elementlerden oluşması		X
	✓ Kimyasal bağların oluşması sırasında enerjinin kullanılması (Kimyasal bağların oluşumu endotermiktir)	X	X
Kimyasal bağların varlığı (Maddesel özellikler yükleme)	✓ Bağların kopması sonucu kütle azalması	X	
	✓ Bir molekül kütlelerinde bağların kütle katkıları	X	
	✓ Kimyasal bağların somut madde olarak düşünülmesi	X	X
	✓ Kimyasal bağların fiziksel işlemlerle ayrılması		X
	✓ Kimyasal bağların ısı ile zayıflaması	X	
	✓ Kimyasal bağların kırılması	X	X
	✓ Kimyasal bağların kopması	X	X
Kovalent bağlar	✓ Kovalent bağların elektron alışverişi sonucu oluşması		X
	✓ Kovalent bağların zayıf etkileşimler olması		X
	✓ Moleküller arasındaki bağların kovalent bağlar olması		X
Metalik bağlar	✓ Alaşımların kimyasal bağlarla oluşması		X
	✓ Metalik bağın elektron ortaklaşması sonucu oluşması	X	
	✓ Metalik bağın, iyonik ve kovalent bağlar gibi elektron alışverişi ya da ortaklaşması sonucu oluştuğunun düşünülmesi	X	
Moleküller arası bağlar	✓ Moleküller arası bağların kimyasal bağ olmayıp sadece kuvvet veya etkileşim olması	X	X
Toplam Tespit Edilen Kavram Yanılgısı		19	22
Hem Nilüfer Çiçeği Tekniği hem de Kavram Haritaları ile Tespit Edilen Toplam Kavram Yanılgısı		8	

Tablo 5 incelendiği zaman kimyasal bağlarla ilgili kavram yanılgılarının en fazla nilüfer çiçeği tekniğinin kullanılmasıyla belirlendiği anlaşılmaktadır. Nilüfer çiçeği ile 22 kavram yanılgısı belirlenirken kavram haritası ile 19 kavram yanılgısı belirlenmiştir. Her iki veri toplama aracı tarafından ise toplam 8 kavram yanılgısı tespit edilmiştir.

Sonuç ve Tartışma

Yapılan bu çalışmada, öğrencilerin kimyasal bağlar konusunda çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu konuda literatürde yapılan çalışmalarla da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Awan et al., 2012; Birk & Kurtz, 1999; Boo, 1998; Canpolat vd., 2003, Coll & Taylor, 2001; Durmuş & Bayraktar, 2010; Griffiths & Preston, 1992; Naah & Sanger, 2012; Nicoll, 2001; Peterson & Treagust, 1989; Peterson vd., 1989; Smith & Nakhleh, 2011; Taber, 1997; 1998; Taber vd., 2012; Tan & Treagust, 1999). Bu çalışmada kimyasal bağlar konusunda öğrencilerin fiziksel değişimler ve bağlar, iyonik bağlar, kimyasal bağın oluşumu, kimyasal bağların varlığı, kovalent bağlar, metalik bağlar ve moleküller arası bağlar konularında kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Nilüfer çiçeği tekniği ve kavram haritaları ile toplanan verilerin incelenmesi sonucu oluşturulan kategorilere göre öğrencilerin kimyasal bağlar konusunda en fazla kavram yanlışına "kimyasal bağın oluşumu" kategorisinde sahip olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları 7 alt kategori altında toplanmış ve değerlendirme bu başlıklar altında yapılmıştır.

Fiziksel değişimler ve bağlar kategorisinde yer alan yanlışlar literatürdeki çalışmalarla paralellik göstermektedir (Barker, 1995; Mirzalar Kabapınar & Adik, 2005; Taber, 1993). Bu çalışmalar incelendiğinde, öğrencilerin, fiziksel değişimler sonucunda molekül içi bağların da etkileneceğine yönelik kavram yanlışlarının olduğu açıklanmıştır. Bu çalışmada da, çözünmenin molekül içi kimyasal bağlara etki etmesi, hal değişiminin kimyasal bağın bir kanıtı olması, H₂O' nun ısıtılmasıyla H ve O arasındaki bağın çekim kuvvetinin azalması ve ısının, kimyasal bağın hal dönüşümlerine neden olması gibi kavram yanlışları tespit edilmiştir.

İyonik bağlar kategorisi incelendiğinde, öğrencilerin çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Mirzalar Kabapınar (2007) tarafından yapılan çalışmada, literatürde genel olarak iyonik bağın oluşum süreci, öğrencilerin iyonik bağın niteliğine ilişkin fikirleri ve iyonik bağa ilişkin sahip oldukları zihinsel modelleri ile ilgili çalışmaların daha fazla olduğu vurgulanmıştır. Literatür incelendiğinde, öğrencilerin iyonik bağlarla ilgili çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir (Atasoy, Kadayıfçı, & Akkuş, 2003; Ayar Kayalı & Tarhan, 2005; Barker, 1995; Coll & Taylor, 2002; Coll & Treagust, 2003; Levy Nahum vd., 2004; Taber, 1993; 1994, 1997;1998). Bu çalışmada literatürdeki çalışmalardan farklı bir şekilde iyonik bağın sadece mono atomik iyonlardan oluşması, iyonik bağlı bileşiklerin erime noktalarının düşük olması, iyonik bağlı bileşiklerin sadece katı ve sıvı

fazda olması ve iyonik bileşiklerdeki metal iyonları arasındaki bağların metalik ağırlıklı olması şeklinde kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir.

Kimyasal bağın oluşumu kategorisinde öğrencilerin en fazla kavram yanlışına sahip oldukları ve özellikle kimyasal bağın nasıl oluştuğu ve bağ sayısı ile ilgili kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Öğrenciler, bağ sayısını bağ yapmamış elektronlarla ve ortaklaşmış elektronlarla ya da elementlerin değerlik elektron sayılarıyla ilişkili olması gerektiğini düşünmüştür. Kimyasal bağ kavramı açıklanırken tutunma ve bindirme gibi ifadeler kullanılmış, bundan dolayı günlük dil ile bilimsel dil arasındaki fark iyi ifade edilememiştir. Bunun sonucunda da kavram yanlışları tespit edilmiştir. Yine bu çalışmada öğrenciler, kimyasal bağ oluşumunu endotermik olarak ifade etmişlerdir. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, öğrencilerin kimyasal bağların oluşumu için enerjinin kullanılması gerektiği şeklinde kavram yanlışlarına sahip oldukları araştırmalarda belirtilmiştir (Andersson & Renström, 1981, akt., Mirzalar Kabapınar, 2008; Barker & Millar, 2000; Boo & Watson, 2001; Baujaoude, 1991; Ross, 1993).

Bu çalışmada tespit edilen kavram yanlışlarının büyük bir kısmı **kimyasal bağların varlığı** (gözlenebilir özellikler yükleme) kategorisi altında yer almaktadır. Öğrencilerin, kimyasal bağlara maddesel (gözlenebilir) özellikler yükledikleri tespit edilmiştir. Bu sonuç, literatürde yapılan çalışmalarla da benzerlik göstermektedir (Anderson, 1990; Ben-Zvi, Eylon & Silberstein, 1986; Brook, Briggs, & Driver, 1984; Johnson, 1998; Lee, Eichinger, Anderson, Berkheimer, & Blakeslee, 1993; Mirzalar Kabapınar & Adik, 2005, Nakiboğlu & Poyraz, 2006; Novick & Nussbaum, 1981; Renstrom, Andersson, & Marton, 1990; Selley, 1978). Canpolat, Pınarbaşı ve Sözbilir (2003), kimyasal bağ kavramının görsellikten uzak ve soyut nitelikte olması ve aynı zamanda bu kavramın üç boyutlu düşünebilmeyi gerektirmesi konunun zor anlaşılmasına ve kavram yanlışlarının ortaya çıkmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Gilbert ve Osborne (1980), Gilbert, Watts ve Osborne, (1982; Osborne ve Wittrock (1983) tarafından yapılan çalışmalarda, kavram yanlışlarının nedeni olarak günlük hayatta kullanılan dilin kullanımının önemi açıklanmıştır. Örneğin kimyasal bağ için kullanılan kopma, kırılma, tutunma ifadeleri öğrencilerin kimyasal bağa gözlenebilir özellik yüklemelerine neden olabilmektedir. Bu yüzden ders kitaplarında ve öğretmenler tarafından kullanılan kelimelerin dikkatli kullanılması gerekmektedir. Bilimsel alanda kullanılan anlamı ile günlük yaşamda kullanılan anlamı arasındaki farklılıkların öğrencilere açıklanması çok önemlidir. Ayrıca Butts ve Smith (1987) tarafından yapılan çalışmada ise, kimyasal bağların anlatımında model kullanılmasının, öğrencilerin kimyasal bağları somut nesnelermiş gibi

düşüncelerine neden olduğu açıklanmıştır. Bundan dolayı kullanılan ders materyalleri de öğrencilerin çeşitli kavram yanlışlarına sahip olmalarına neden olabilmektedir. Soyut nesnelerin somutlaştırılarak anlatılması sırasında kavram yanlışlarının oluşmaması için öğrenciler bilgilendirilmelidir.

Kovalent bağlar kategorisinde öğrencilerin, kovalent bağın elektron alışverişi sonucu oluştuğu, kovalent bağların zayıf etkileşimler olduğu ve moleküller arasındaki bağın kovalent bağ olduğu şeklinde kavram yanlışları tespit edilmiştir. Literatür incelendiğinde, öğrencilerin kovalent bağlar konusunda kavram yanlışlarının olduğu açıklanmıştır (Atasoy vd., 2003; Awan vd., 2012; Birk & Kurtz, 1999; Can & Harmandar, 2004; Canpolat, Pınarbaşı, & Sözbilir, 2003; Öztürk Ürek & Tarhan, 2005; Peterson & Treagust, 1989; Peterson, Treagust, & Garnett, 1989; Tarhan & Acar Sesen, 2012; Ünal vd., 2001). Boo (1998), Butts ve Smith (1987) ve Taber (1994; 1998) tarafından yapılan çalışmalarda öğrencilerin iyonik bağ ile kovalent bağı birbirleriyle karıştırdıkları ve NaCl'de, Na ve Cl'nün kovalent bağ ile bağlandıkları şeklinde kavram yanlışlarının oldukları tespit edilmiştir. Barker ve Millar (2000), öğrencilerin kovalent bağın iyonik bağdan daha zayıf olduğu şeklinde kavram yanlışlarının olduklarını belirtmişlerdir. Coll ve Taylor (2001) tarafından yapılan çalışmada ise, öğrencilerin kovalent bağın zayıf bir bağ olduğu şeklinde kavram yanlışlığına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bazı çalışmalarda ise moleküller arası bağların molekül içi bağlardan daha kuvvetli olduğu şeklinde kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir (Peterson, Treagust, & Garnett, 1989; Goh, Khoo, & Chia, 1993).

Metalik bağ kategorisi incelendiğinde, metalik bağın; metal atomları arasında elektron alışverişi ya da elektronların ortaklaşa kullanılması sonucu oluştuğu öğrenciler tarafından düşünülmektedir. Bulunan bu kavram yanlışları literatürde yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir (Demircioğlu & Baykan, 2011; Ünal, 2003, 2007; Taber, 1998).

Moleküller arası bağlar kategorisi değerlendirildiğinde, tespit edilen kavram yanlışları literatür ile benzerlik göstermektedir. Can ve Harmandar (2004) tarafından yapılan çalışmada tespit edilen 'öğrencilerin molekül içi bağlar ile moleküller arası bağları tam olarak anlayamadıkları' sonucu bu çalışmada da ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde Barker (1995) ve Taber (1998) tarafından yapılan çalışmalarda ortaya çıkan 'öğrencilerin kimyasal bağları iyonik bağ ve kovalent bağ olarak düşündükleri ve moleküller arası bağları kimyasal bağ olarak algılamadıkları' sonucu bu çalışmada da tespit edilmiştir.

Bu araştırmada, fenomenografik araştırma yöntemi ile yapılan çalışmalarda (Didiş vd., Mutch, 2009; Walsh, 2009; Wihlborg, 2004, Temur, 2011; Ünal & Zollman, 1999) ve

kimyasal bağlar konusundaki kavram yanlışlarına yönelik yapılan çalışmalarda (Awan et al., 2012; Canpolat vd., 2003, Durmuş & Bayraktar, 2010; Naah & Sanger, 2012; Nicoll, 2001; Smith & Nakhleh, 2011; Taber vd., 2012) kullanılan veri toplama araçlarından farklı bir şekilde nilüfer çiçeği tekniği ve kavram haritaları kullanılmıştır. Bu çalışma sonunda öğrencilerin belirli bir konudaki kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla açık uçlu sorular, çoktan seçmeli sorular veya görüşmeler dışında bu iki farklı yöntemde kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca nilüfer çiçeği tekniği ile daha fazla kavram yanlışlarının tespit edilmesi çalışmanın diğer önemli sonuçlarından bir tanesidir. Bu sonucun ilk defa bu çalışma ile elde edilmesi çalışmanın literatüre katkıda bulunduğunu göstermektedir.

Öneriler

Öğrencilerin öğrendikleri bilgileri anlamlı bir şekilde yapılandırabilmeleri ancak kavram yanlışlarının giderilmesi ile mümkün olabilmektedir. Bunun için öğretimden önce konu ile ilgili öğrenci düşüncelerinin belirlenmesi önemlidir. Bu şekilde, kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik önlemler alınabilir.

Bu çalışmada, öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenebilmesi amacıyla nilüfer çiçeği ve kavram haritalarının kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Öğretimden önce öğrencilerin anlatılacak konu ile ilgili düşüncelerini belirlemek amacıyla mülakatların kullanılmasının zaman alıcı olması ve hem hazırlama süreci hem de öğrencilerin sınav kaygısından dolayı testlere ve de açık uçlu sorulara karşı önyargılı tutumlarından dolayı bu iki tekniğin kullanılması daha etkili sonuçların ortaya çıkmasına neden olabilir.

Nilüfer çiçeği ve kavram haritalarında öğrencilerin daha özgür olmaları onların konu ile ilgili sahip oldukları algılarını ve tanımlamalarını ortaya koymakta daha etkili olacaktır. Nilüfer çiçeğinde, öğrencilerin sadece düşüncelerini yazmakla sınırlı olmamaları aynı zamanda şekil, grafik çizme, tepkime yazma ve metafor kullanma gibi özgürlüklere sahip olması kendini ifade etmelerinde onlara kolaylıklar sağlayacaktır.

Kimyasal bağlar konusunda üniversite düzeyindeki öğrencilerin algılarının ve tanımlamalarının incelenmesi sonucunda sahip oldukları kavram yanlışlarının en fazla kimyasal bağların oluşumu konusunda olması soyut bir kavram olan bu konunun tam olarak anlaşılmadığını göstermektedir. Öğrencilerin bu konuyu somutlaştırabilmesi için kimyasal bağların oluşumunu gösteren bilgisayar destekli programlar, animasyonlar vb. etkinlikler kullanılabilir. Fakat bu tür görsel materyaller kullanılırken öğrenciler tarafından kimyasal bağların somutlaştırılmasına, maddesel özellikler yüklenmesine neden olunmamalıdır.

Öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili algıları dikkate alındığında kimyasal bağlarla ilgili çeşitli bilgilere sahip oldukları fakat bu bilgileri bir araya getirmede, bütünleştirmede sıkıntı yaşadıkları çizdikleri kavram haritalarının incelenmesi sonucu belirlenmiştir. Bu problemin giderilmesinde kavram haritalarının bir yararı olabilir. Bu şekilde konu bitiminde çizilecek kavram haritalarının kullanımı ile öğrenciler öğrenmiş oldukları bilgileri bütünleştirmede daha başarılı olabileceklerdir. Hem öğrendikleri bilgileri mevcut bilgileriyle birleştirecekler hem de ilerde kullanabilecekleri notları oluşturmuş olacaklardır. Ayrıca her konunun sonunda yapılacak olan kavram haritaları bir önceki konuda çizilmiş olan kavram haritaları ile bütünleştirilebilirse öğrenciler bilgileri yapılandırmada ve anlamada problem yaşamayarak daha kalıcı bir öğrenme gerçekleştirmiş olacaklardır.

Kavram yanılgılarını belirlemek için yapılan çalışmalarda, öğrencilerin bilimsel kavramlar ile ilgili ne düşündükleri son derece önemlidir. Bu nedenle, kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla kullanılan veri toplama araçları da oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Çoktan seçmeli sorularda öğrenciler kendi düşüncelerini tam olarak ifade eden bir cevabı bulamayabilirler. Bu sebeple tam olarak katılmasalar da seçeneklerden birisini işaretlemeye çalışırlar. Açık uçlu sorulara ise, öğrenciler genelde ezberlemiş oldukları cevapları vermektedirler. Bu yüzden kavram yanılgıları belirlenirken farklı yöntemlerde kullanılmalıdır. Öğrencilere serbestlikler sunan, kavram haritalarının yanı sıra şekil çizebilecekleri, yorum yapabilecekleri, metaforlar kullanabilecekleri nilüfer çiçeği tekniği de kullanılabilir. Böylece öğrencilerin bu konudaki kavram yanılgıları daha net bir şekilde belirlenebilir.

Kaynakça

- Anderson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85.
- Anderson, O.R., & Demetrius, O.J. (1993) A flow-map method of representing cognitive structure based on respondents' narrative using science content. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (8), 953-969.
- Atasoy, B., Kadayıfçı, H., & Akkuş, H. (2003). Kimyasal bağlar konusundaki yanlış kavramlar. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1 (1), 61-79.
- Awan, A. S., Iqbal, M. Z., Khan, T. M., Mahmood, T., & Mohsin, M.N. (2012). Pupils' ideas in learning concept of the chemical bonding among Pakistani students. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(6), 139-146.

- Ayar Kayalı, H., & Tarhan, L. (2005). İyonik bağlar konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi amacıyla yapılandırmacı-aktif öğrenmeye dayalı bir rehber materyal uygulaması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 145-154.
- Aydın, H. (2008). *İngiltere’de öğrenim gören öğrencilerin ve öğretmenlerin matematiksel modelleme kullanımına yönelik fenomenografik bir çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aykutlu, I., & Şen, A. İ. (2012). Üç aşamalı test, kavram haritası ve analogi kullanılarak lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37 (166), 275-288.
- Barker, V. (1995). *A longitudinal study of 16-18 year olds’ understanding of basic chemical ideas*. Unpublished Doctorate Thesis, Department of Educational Studies, University of York.
- Barker, V., & Millar, R. (2000). Students’ reasoning about basic chemical bonding: What changes occur during a context-based post-16 chemistry course? *International Journal of Science Education*, 22 (11), 1171-1200.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J. (1986). Is an atom of copper malleable? *Journal of Chemical Education*, 63 (1), 64-66.
- Bhattacharyya, G., & Bodner, G. M. (2005). “It gets me to the product”: How students propose organic mechanisms. *Journal of Chemical Education*, 82(9), 1402-1407.
- Birk, J.P., & Kurtz, M.J. (1999). Effect of experience on retention and elimination of misconceptions about molecular structure and bonding. *Journal of Chemical Education*, 76(1), 124-128.
- Boo, H. K. & Watson, J. R. (2001). Progression in high school students’ (aged 16–18) conceptualizations about chemical reactions in solution. *Science Education* 85, 568–585.
- Boo, H. K. (1998). Students’ understandings of chemical bonds and the energetic of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 3 (5), 569 – 581.
- Boujaoude, S. B. (1991). A study of the nature of students’ understandings about the concept of burning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 689-704.
- Brook A., Briggs H., & Driver R. (1984). *Aspects of secondary students’ understanding of the particulate nature of matter*. Children’s Learning in Science Project, Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds.

- Butts, B. & Smith, R. (1987). HSC chemistry students' understanding of the structure and properties of molecular and ionic compounds. *Research in Science Education*, 17, 192-201.
- Can, Ş., & Harmandar, M. (2004). Fen bilgisi öğretmenliği ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavramsal yanılgıları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(8), http://web.inonu.edu.tr/~efdergi/dergi/Can_Harmandar.htm adresinden 31 Ekim 2012 tarihinde indirilmiştir.
- Canpolat, N., Pınarbaşı T., & Sözbilir, M. (2003). Kimya öğretmen adaylarının kovalent bağ ve molekül yapıları ile ilgili kavram yanılgıları. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2 (25), 66-72.
- Coll, R.K., & Taylor, N. (2001). Alternative conceptions of chemical bonding held by upper secondary and tertiary students. *Research in Science and Technological Education*, 19 (2), 171-191.
- Coll, R.K., & Taylor, N. (2002). Mental models in chemistry: Senior chemistry students' mental models of chemical bonding. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3 (2), 175-184.
- Coll, R.K., & Treagust, D.F. (2003). Investigation of secondary school, undergraduate, and graduate learners' mental models of ionic bonding. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (5), 464-486.
- Çıldır, I., & Şen, A. İ. (2006). Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanılgılarının kavram haritalarıyla belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education)*, 30, 92-101.
- Demircioğlu, G., & Baykan, F. (2011). Kimya ve Fen Bilgisi öğretmen adayları ile lise 11.sınıf öğrencilerinin kimyasal bağlanma kavramına yönelik algılamalarının karşılaştırılması. *2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications*, 27-29 April, 2011 Antalya-Turkey.
- Didiş, N., Özcan, Ö., & Abak, M. (2008). Öğrencilerin bakış açısıyla kuantum fiziği: Nitel çalışma. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education)*, 34, 86-94.

- Durmuş, J., & Bayraktar, Ş. (2010). Effects of conceptual change texts and laboratory experiments on fourth grade students' understanding of matter and change concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 19(5), 498-504.
- Ebenezer, J. V., & Erickson, G. L. (1996). Chemistry students' conceptions of solubility: A phenomenography. *Science Education*, 80(2), 181-201.
- Entwistle, N. (1997). Introduction: Phenomenography in higher education. *Higher Education Research and Development*, 16(2), 127-158.
- Gilbert, J. K., & Osborne, R. J. (1980). 'I understand, but I don't get it': Some problems of learning science. *School Science Review*, 61(218), 664-674.
- Gilbert, J. K., Watts, M. D., & Osborne, R. J. (1982). Students' conceptions of ideas in mechanics. *Physics Education*, 17, 62-66.
- Goh, N.K., Khoo, L.E. & Chia, L.S. (1993) Some misconceptions in chemistry: A cross-cultural comparison, and implications for teaching. *Australian Science Teachers Journal*, 39, 65-68.
- Gonzalez, F. M. (1997). Evidence of rote learning of science by Spanish university students. *School Science and Mathematics*, 97(8), 419-428.
- Griffiths, A.K., & Preston, K.P. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atom and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (6), 611-628.
- Johnson, P. (1998). Children's understanding of changes of state involving the gas state, Part 1: Boiling water and the particle theory. *International Journal of Science Education*, 20 (5), 567-583.
- Kalaycı, N. (2008). Yükseköğretimde uygulanan toplam kalite yönetimi sürecinde gözardı edilen unsurlardan "tky merkezi" ve "eğitim programları". *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(2), 163-188.
- Lee, O., Eichinger, D.C., Anderson, C.W., Berkheimer, G.D., & Blakeslee, T.D. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (3), 249-270.
- Levy Nahum, T., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R. & Bar-Dov, Z. (2004). Can final examinations amplify students' misconceptions in chemistry? *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 301-325.

- Levy Nahum, T., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., & Taber, K. S. (2010). Teaching and learning the concept of chemical bonding. *Studies in Science Education*, 46 (2) 179-207.
- Lincoln, Y.S., & Guba, E.G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage. Retrieved November 26, 2013 from <http://www.google.com/books?hl=tr&lr=&id=2oA9aWlNeooC&oi=fnd&pg=>
- McCosker, H., Barnard, A., & Gerber, R. (2003). Phenomenographic study of women's experiences of domestic violence during the childbearing years. *Online Journal of Issues in Nursing*, 9(1), Retrieved November 27, 2013 from : www.nursingworld.org/MainMenuCategories/ANAMarketplace/ANAPeriodicals/OJIN/TableofContents/Volume92004/No1Jan04/ArticlePreviousTopic/ChildbearingDomesticViolence.aspx
- Mirzalar Kabapınar, F. (2007). Öğrencilerin kimyasal bağ konusundaki kavram yanlışlarına ilişkin literatüre bir bakış I: Molekül içi bağlar. *Milli Eğitim*, 176, 18-35.
- Mirzalar Kabapınar, F., & Adik, B. (2005). Secondary students' understanding of the relationship between physical change and chemical bonding. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 38(1), 123-147.
- Mutch, H. E. (2009). *A phenomenographical study of student learning in general college chemistry*. Doctorate Thesis, Capella University, Minneapolis.
- Naah, B. M., & Sanger, M. J. (2012). Student misconceptions in writing balanced equations for dissolving ionic compounds in water. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 186–194.
- Nakiboğlu, C., & Poyraz, H. E. (2006). Üniversite kimya öğrencilerinin atom ve kimyasal bağlar konularını açıklamada “insana özgü dil” ve “canlılığı” kullanmalarının incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(1), 83-90.
- Nicoll, G. (2001). A report of undergraduates bonding misconceptions. *International Journal of Science Education*, 23(7), 707-730.
- Novick, S., & Nussbaum, J. (1981). Pupils' understanding of the particulate nature of matter: A cross-age study. *Science Education*, 65 (2), 187-196.
- Osborne, R. J., & Wittrock, M. C. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education*, 67(4), 489–508.

- Özgen, N. (2013). Öğretmen Adaylarının Erozyon Kavramına Yönelik Algıları: Fenomenografik Bir Araştırma. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education)*, 28(2), 321-334.
- Özmen, H. (2004). Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 147-159.
- Öztürk Ürek, R. & Tarhan, L. (2005). Kovalent bağlar konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde yapılandırmacılığa dayalı bir aktif öğrenme uygulaması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 168-177.
- Palıcıca, M., Gavrilă, C., & Boacă, V. (2010). Making classes more efficient with interactive methods and techniques, *Didactica*, 3 (1), Retrieved October 31, 2012 from [http://usabtm.weburl.ro/downloads/Didactica%201\(2010\).pdf#page=25](http://usabtm.weburl.ro/downloads/Didactica%201(2010).pdf#page=25).
- Peterson, R. T. (2003). The application of traditional creativity enlargement methods for instructing marketing students: An exploration. Retrieved October 31, 2012 from <http://www.freepatentsonline.com/article/Academy-Marketing-Studies-Journal/166751757.html>
- Peterson, R., & Treagust, D. (1989). Grade-12 students' misconceptions of covalent bonding and structure. *Journal of Chemical Education*, 66(6), 459-460.
- Peterson, R.F., Treagust, D.F., & Garnett, P. (1989). Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade-11 and grade-12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 301-314.
- Renstrom, L., Andersson, B., & Marton, F. (1990). Students' conceptions of matter. *Journal of Educational Psychology*, 82 (3), 555-569.
- Ritter, S. K. (2007). The chemical bond-whether it's sextuple bonds or bonds involving no shared electrons, chemists chase down new modes of bonding. *Chemical & Engineering News*, 85(5), 37-40.
- Rosenthal, D. P., & Sanger, M. J. (2012). Student misinterpretations and misconceptions based on their explanations of two computer animations of varying complexity depicting the same oxidation-reduction reaction. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 471-483.
- Ross, K. (1993). There is no energy in food and fuels- but they do have fuel value. *School Science Review*, 75, 39-47.

- Ruiz-Primo, M.A., Schultz, S.E., Li, M., & Shavelson, R.J. (1998). Comparison of the reliability and validity of scores from two concept-mapping techniques. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 260-278.
- Selley, N. (1978). The confusion of molecular particles with substances. *Education in Chemistry*, 15(5), 144-145.
- Smith K. C. & Nakhleh M. B. (2011). University students' conceptions of bonding and melting and dissolving phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 398-408.
- Şen, A.İ. (2002). Concept maps as a research and evaluation tool to asses conceptual change in quantum physics. *Science Education International*, 13 (4) 14-24.
- Şen, A.İ., & Aykutlu, I.(2008). Using concept maps as an alternative evaluation tool for students' conceptions of electric current. *Eurasian Journal of Educational Research*, 31,75-92.
- Şen, A.İ., & Koca, S.A.Ö. (2003). Kavram haritalarının analizinde niceliksel ve niteliksel metotların kullanımı ve karşılaştırılması. *Çukurova Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 1-9.
- Taber, K. S. (1993). *Stability and lability in student conceptions: Some evidence from a case study*. Paper presented at the British Educational Research Association Annual Conference, Liverpool. Retrieved October 31, 2012 from <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/154054.htm>
- Taber, K. S. (1994). Misunderstanding the ionic bond. *Education in Chemistry*, 31(4), 100-103.
- Taber, K. S. (1997). Student understanding of ionic bonding: Molecular versus electrostatic framework? *School Science Review*, 78(285), 85-95.
- Taber, K. S. (1998). An alternative conceptual framework from chemistry education. *International Journal of Science Education*, 20(5), 597-608.
- Taber, K. S., Tsaparlis, G., & Nakiboğlu, C. (2012). Student conceptions of ionic bonding: Patterns of thinking across three European contexts. *International Journal of Science Education*, 1-31, doi:10.1080/09500693.2012.656150 .
- Tan, K. C. D., & Treagust, D. F. (1999). Evaluating students' understanding of chemical bonding. *School Science Review*, 81(294), 75-83.

- Tarhan, L., & Acar Sesen, B. (2012). Jigsaw cooperative learning: Acid–base theories. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 307-313.
- Temur, Ö. D. (2011). Dördüncü ve beşinci sınıf öğretmenlerinin kesir öğretimine ilişkin görüşleri: Fenomenografik araştırma. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 29, 203-212.
- Trowbridge, J. E., & Wandersee, J. (1994). Identifying critical junctures in learning in a college course on evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(5), 459-473.
- Tsai, C. C., Lin, S. S. J., & Yuan, S. M. (2001). Students' use of web-based concept map testing and strategies for learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 17, 72-84.
- Ünal, R. & Zollman, D. (1999). *Students' Description of an Atom: A Phenomenographic Analysis*. Retrieved October 04, 2012 from <http://perg.phys.ksu.edu/papers/vqm/AtomModels.PDF>
- Ünal, S. (2003). *Lise 1 ve Lise 3 Öğrencilerinin Kimyasal Bağlar Konusundaki Kavramları Anlama Seviyelerinin Karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ünal, S. (2007). *Atom ve Molekülleri Bir Arada Tutan Kuvvetler” Konularının Öğretiminde Yeni Bir Yaklaşım: BDÖ ve KDM”nin Birlikte Kullanımının Kavramsal Değişime Etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ünal, S., Özmen, H., Demircioğlu, G. & Ayas, A. (2001). *Lise öğrencilerinin kimyasal bağlarla ilgili anlama düzeylerinin ve yanlışlarının belirlenmesine yönelik bir çalışma*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Walsh, L. (2009). *A phenomenographic study of introductory physics students: Approaches to problem solving and conceptualization of knowledge*. Doctorate Thesis, Dublin Institute of Technology, Dublin.
- Wihlborg, M. (2004). Student nurses' conceptions of internationalism in general and as an essential part of Swedish nurses' education. *Higher Education Research and Development*, 23(4), 433-453.
- Yaqoob, M. (2007). *Developing creative thinking: A cognitive approach to the teaching of english literature*. Doctorate Thesis, National University of Modern Languages, Islamabad.

- Yayon, M., Mamlok-Naaman, R., & Fortus, D. (2012). Characterizing and representing student's conceptual knowledge of chemical bonding. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 248–267.
- Yılmaz, A. & Morgil, İ. (2001). Üniversite öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavram yanılgılarının belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 172-178.