

12.Sınıf Öğrencilerinin Güçlü ve Zayıf Etkileşimler Hakkındaki Kavramsal Bilgilerinin Belirlenmesi*

Determination of 12th Grade Students' Conceptual Knowledge about Strong and Weak Interactions

Neslihan ÜLTAY†

Özet

Bu çalışmanın amacı 12.sınıf öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki güçlü ve zayıf etkileşimler hakkındaki kavramsal bilgilerinin belirlenmesi ve bu kavramlar arasındaki ilişkilerin incelenmesidir. Çalışma betimsel yaklaşımdan örnek olay yöntemi ile yürütülmüş olup, çalışmanın örneklem grubunu Giresun ilinde bulunan bir lisenin 12.sınıfında öğrenim görmekte olan toplam 66 öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak kavram haritası, kelime ilişkilendirme testi, 2 tane çizim ve 2 tane de iki aşamalı sorudan oluşan form kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre, öğrencilerin büyük bir çoğunluğu kavram haritasını hiyerarşik biçimde çizmiş olup, kavramlar arasındaki ilişkileri ise gösterememişlerdir. Bununla beraber, kelime ilişkilendirme testinde ise öğrencilerin büyük bir çoğunluğu konuyla ilişkili 3 veya 4 kelime yazabilmişlerdir. H₂O molekülünün sahip olduğu zayıf etkileşimlerin çizilerek gösterilmesinin istendiği soruda ise öğrencilerin büyük bir bölümünün hidrojen bağına bildiği ancak gösterimde güçlü etkileşimlere hidrojen bağı yazdıkları görülmüştür. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin güçlü ve zayıf etkileşimleri birbirine karıştırdıkları ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri tam olarak kuramamış oldukları bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Güçlü etkileşimler, Zayıf etkileşimler, Kimyasal bağlar, Kavramsal bilgi.

Abstract

The aim of this study was to determine the conceptual knowledge of 12th grade students about strong and weak interactions in chemical bonding and to investigate the relationships between these concepts. The study was carried out in the form of case study in descriptive research in a high school in Giresun with 66 students. Data collection instrument was a questionnaire including one concept map, one word association test, two drawing questions and two two-tier questions. According to the findings of the study, most of the students constructed the concept map in a hierarchical style, and they could not have shown the relations between the concepts in the map. In the word association test, students mostly could have written 3 or 4 words related to the topic. In the question the intermolecular attractive forces of H₂O have asked by drawing, most of students showed hydrogen bonding as interatomic bonding. At the end of the study, it is found that students confused strong and weak interactions and they could not establish the relations between these concepts.

Keywords: Strong interactions, Weak interactions, Chemical bonding, Conceptual knowledge.

* Bu çalışmanın bir bölümü III. Ulusal Kimya Eğitimi Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

† Yrd. Doç. Dr., Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, neslihanultay@gmail.com

Giriş

Eğitimin en önemli görevlerinden biri de okuryazarlığın ve aritmetik öğretmenin yanı sıra bilim ve matematik gibi çeşitli alanlarda düşünme yollarını öğretmektir (Vosniadou, 2007). Öğrencilerin çeşitli alanlarda düşünme yollarını öğrenebilmeleri için öncelikle o alandaki temel kavramların ne anlama geldiğini bilmeleri gerekmektedir. Yapılan bazı çalışmalar öğrencilerin fen alanında çok karmaşık işlemler gerektiren problemleri çözebilmelerine rağmen, basit kavramsal bilgileri öğrenmede başarısız olduklarını göstermiştir (Case ve Fraser, 1999; Masson ve Vazquez-Abad, 2006). Bazı öğrenciler kimya dersindeki kavramları anlamak için çaba gösterebilirler de bunda yeteri kadar başarılı olamadıkları, çünkü kavramları zihinlerinde doğru yapılandırmamış oldukları görülmektedir (Nakhleh, 1992). Özellikle kimya eğitimi ve fen eğitimi alanlarında yapılmış çalışmalarda öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramların fazlalığı dikkat çekicidir (örn: Çalık ve Ayas, 2005; Mirzalar Kabapınar, 2008; Nakhleh ve Krajcik, 1994; Özmen, Demircioğlu ve Demircioğlu, 2009). Bu alternatif kavramların giderilmesi öğretimin etkili olarak yürütülmesi için gereklidir. Çünkü alternatif kavramları giderilmeyen öğrenciler bağlantılı olarak ilerleyen konuları öğrenmede güçlük yaşayabilirler. Örneğin kimyasal bağlar konusunda güçlü ve zayıf etkileşimlerle ilgili alternatif kavramlara sahip olan bir öğrenci ilerleyen konularda var olan sıvılar ve katılar konularını öğrenmede güçlük yaşayabilir. Öğrencilerin kimyasal bağlar konusunda sahip oldukları alternatif kavramlardan bazıları şunlardır:

- Kimyasal bağların elektronlar arasındaki çekim kuvveti olduğunu düşünme (Nicoll, 2001)
- Lityum elementi ile hidrojen elementinin oluşturacağı bileşikte, atomlar arasında iyonik bağ vardır (Atasoy, Kadayıfçı ve Akkuş, 2003)
- Katıyı oluşturan tanecikler arasında çekim kuvvetinin ya da kimyasal bağların bulunmadığı düşüncesidir (Brook, Briggs ve Driver, 1984)
- Gazı oluşturan tanecikler arasında itme kuvvetinin bulunduğu inanma (Brook ve diğ., 1984)
- Bağ yapmamış elektronların molekülün şeklini belirlediği düşüncesi (Peterson, Treagust ve Garnett, 1989)
- Oktet kuralını göz ardı etme (Taber, 1994)
- İyonik ve kovalent bağı ayırt edememe (Taber, 1994)
- Etkileşimlerin neden oluştuğunu kavrayamama (Nicoll, 2001).

Kimyasal bağlar konusu öğrencilerin genellikle soyut buldukları bir konu olduğu için sıkça problem yaşadıkları görülmektedir (Coll ve Taylor, 2002; Levy Nahum, Mamlok-Naaman, Hofstein ve Taber, 2010; Özmen, 2004). Konunun içeriğinde bulunan soyut kavramların fazlalığı öğrencilerin atomlar veya moleküller arasında oluşan etkileşimleri anlamalarını güçleştirmektedir (Griffiths ve Preston, 1992). Bu konuda literatürde bulunan alternatif kavramların fazlalığı da bunu göstermektedir. Kimyasal bağlar konusunda güçlü ve zayıf etkileşimler hakkında öğrencilerin kavramsal bilgilerinin belirlenmesi, ileride öğrencilerinin bu konudaki alternatif kavramlarını gidermek amacındaki öğretmen ve araştırmacılar için bilgilendirici olacaktır. Bu açıdan onlara hem zaman tasarrufu sağlayacak hem de hangi noktalara daha fazla önem vermeleri konusunda da yardımcı olacaktır.

Son yıllarda fen eğitiminde kavram öğretimine yönelik yapılan çalışmalar (örn. Taber ve Tan, 2011; Taber, 2011; Ültay, Durukan ve Ültay, 2014) bu konunun ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmalara göre aynı öğretmenden aynı eğitimi alan öğrencilerin bile yeni bilgiye ilişkin düşünceleri birbirinden farklı olabilmektedir (Driver, 1985; Osborne ve Wittrock, 1983). Çünkü nasıl bilginin oluşmasında tek ve doğru bir biçim belirlenemiyorsa, öğrenciler de kendi bilgilerini yapılandırırken bireysel farklılıklarına göre öğrenmeleri doğaldır (Mirzalar Kabapınar, 2007). Öğrencilerin mevcut düşünce biçimlerinin öğrenme sürecindeki etkin rolünün farkına varılması sonucu fen eğitimi alanında yapılan araştırmalarda öğrencilerin fen kavramlarını algılama ve yorumlama biçimleri önem kazanmıştır (Mirzalar Kabapınar, 2008). Öğrencilerin fen konularındaki kavramsal bilgilerinin belirlenmesi öğrencilerin hangi kavramlar arasında yanlış bağlantılar kurduklarının belirlenmesinde yol gösterici olacaktır. Böylece planlanacak öğretimde bu noktalara daha ağırlık verilmesi veya bu noktalarda farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin denenmesi konunun doğru öğrenilmesi ve kavramların doğru yapılandırılması açısından önemlidir.

Kavram haritaları ve çizimler öğrencilerin kavramsal bilgilerinin ortaya çıkarılmasında kullanılan yöntemlerdendir (White ve Gunstone, 1992). Çizimler öğrencilerin kavramsal bilgilerinin kelimelerle sınırlandırmadan ortaya çıkarır (Çelikler ve Kara, 2012). Soru cevaplamayı sevmeyen öğrenciler için iyi bir alternatif olan çizimler (Thomas ve Silk, 1990) az zaman alması ve daha fazla bilgiyi barındırması açısından da verimli bir yöntemdir (Atasoy, 2004). Ayrıca çizimler öğrencilerin kavramsal bilgilerinin ortaya çıkarılmasında da oldukça tercih edilen bir yöntemdir (Acar ve Tarhan, 2008; Bartoszeck, Machado ve Amann-Gainotti, 2008; Çelikler ve Topal, 2011; Kara, Avcı ve Çekbaş, 2008; Uzunkavak, 2009a,b). Kavram haritaları ise bilginin öğrencinin zihninde somut ve görsel olarak düzenlenmesini

sağladığı gibi aynı zamanda anlamlı öğrenmeyi sağlayarak kavramların birbirleriyle olan ilişkilerini de düzenler. Bilgilerin organizasyonunu sağlar, kavramları ilişkilendirme ve ayırt etme konusunda öğrenci yeteneklerini geliştirir. Ayrıca kavram haritaları öğrenilen konuların daha iyi kavranmasını, akılda tutulmasını ve eski bilgilerle yeni bilgilerin bütünleştirilmesini sağlar (Cho, Kahle ve Nordland, 1985; Heinze-Fry ve Novak, 1990). Bu haritalarda iki kavram arasındaki ilişki, ilişkiyi belirleyen ifadelerin yazıldığı doğrusal oklarla gösterilir. İlişkiyi belirleyen bu bağlantı ifadeleri kullanılarak iki kavram tamamlanır ve kavramlar anlamlı bir cümle haline getirilir (Novak, 1998). İlk kez Novak (1998) tarafından önerilen kavram haritalarının sözel ve yazılı derslerde anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesinde büyük önem taşıdığı bilinmektedir.

Bu noktadan hareketle, bu araştırmanın amacı 12.sınıf öğrencilerinin kimyasal bağlar konusunda güçlü ve zayıf etkileşimler hakkındaki kavramsal bilgilerinin belirlenmesi ve bu kavramlar arasındaki ilişkilerin incelenmesidir.

Yöntem ve Örneklem

Araştırma 2012-2013 eğitim öğretim yılının bahar döneminde betimsel yaklaşımdan örnek olay yöntemi kullanılarak yürütülmüştür. Bu tür çalışmalarda örnek bir olay üzerine yoğunlaşılabilmesi gibi, bazen bir anketten elde edilen verilerin derinlemesine incelenmesi de mümkündür (Çepni, 2007). Örnek olay yönteminin bütüncül tek durum çalışması ile yürütülen çalışmada, araştırılan bir olayı meydana getiren ayrıntıları tanımlamak ve görmek veya bir grubu derinlemesine araştırmak amacıyla bu yöntem tercih edilmiştir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2012). Çalışmanın örneklemini ise Giresun ilinde bir lisede öğrenim görmekte olan 12.sınıf öğrencilerinden 3 ayrı sınıfta bulunan 66 öğrenci oluşturmaktadır. Öğrenciler Ö₁, Ö₂, Ö₆₆ şeklinde numaralandırılmıştır.

Veri toplama aracı olarak geliştirilen form 6 soru içermektedir. Bu sorular MEB'nin Ortaöğretim programlarında yer alan kazanımlar esas alınarak hazırlanmış olup, kapsam ve görünüş geçerliği uygulamanın yapıldığı okulda görev yapan iki kimya öğretmeni tarafından kontrol edilmiştir. Bu sorulardan ilki öğrencilerin kimyasal bağlar hakkında çizimleri istenen bir kavram haritası, ikinci soru yine aynı konu ile ilgili kelime ilişkilendirme sorusudur. Üçüncü ve dördüncü sorular ise iki aşamalı olup, birinci aşama çoktan seçmeli, ikinci aşama ise açık uçlu bölümden oluşmaktadır. Beşinci ve altıncı sorularda da güçlü ve zayıf etkileşimlerin bazı örnekler üzerinde çizimi istenmiştir.

Testin birinci sorusunun değerlendirilmesinde kullanılan rubrik Yılmaz ve Çolak (2011)'in çalışmasında önerdiği rubriğin genişletilmesiyle oluşturulmuştur. Buna göre oluşturulan yeni rubrik aşağıdaki gibidir:

0: İlgisiz yapılan çizimler ve kavram haritası haricindeki çizimler (kavram ağı, zihin haritası vb.)

1: Kavram haritası konu ile ilgili bazı kavramları içeriyor, fakat yanlış şekilde organize edilmiş, bağlantı kelimeleri eksik. Örnekler verilmemiş.

2: Kavram haritası konu ile ilgili bazı kavramları içeriyor, fakat yanlış şekilde organize edilmiş, bağlantı kelimeleri eksik. Örnekler verilmiş.

3: Kavram haritası konu ile ilgili bazı kavramları içeriyor, bu kavramlar doğru organize edilmiş, bağlantı kelimeleri eksik. Örnekler verilmemiş.

4: Kavram haritası konu ile ilgili bazı kavramları içeriyor, bu kavramlar doğru organize edilmiş, bazı bağlantı kelimeleri var. Örnekler verilmiş.

5: Kavram haritası konu ile ilgili hemen hemen bütün kavramları içeriyor, fakat yanlış şekilde organize edilmiş ve bağlantı kelimeleri eksik. Örnekler verilmemiş.

6: Kavram haritası konu ile ilgili hemen hemen bütün kavramları içeriyor doğru organize edilmiş fakat bağlantı kelimeleri eksik. Örnekler verilmemiş.

7: Kavram haritası konu ile ilgili hemen hemen bütün kavramları içeriyor doğru organize edilmiş fakat bağlantı kelimeleri eksik. Örnekler verilmiş.

8: Kavram haritası konu ile ilgili hemen hemen bütün kavramları içeriyor doğru organize edilmiş bazı bağlantı kelimeleri var. Örnekler verilmiş.

9: Kavram haritası konu ile ilgili hemen hemen bütün kavramları içeriyor doğru organize edilmiş, bağlantı kelimeleri var. Örnekler verilmiş.

Öğrencilerin bir kavram hakkındaki sahip oldukları bilgileri belirlemek ve analiz etmek için, görüşmeler, çoktan seçmeli testler, açık uçlu sorular, kavram haritaları, kelime ilişkilendirme testi ve bu metotların kombinasyonları kullanılabilir (Schmidt, 1997). Bu çalışmada da birçok metot bir arada kullanılmıştır. Kelime ilişkilendirme testlerinin değerlendirilmesi Bahar, Johnstone ve Sutcliffe'in (1999) da önerdiği gibi Kesme Noktaları belirlenerek kavram ağı veya Aydın ve Taşar'ın (2010) çalışmasında kullandığı gibi kavram haritası oluşturulması şeklinde yapılabilir. Ancak bu çalışmada öğrencilerin kavramsal bilgilerini net bir biçimde görebilmek amacıyla birinci soruda zaten kavram haritası çizilmesi istendiği için, kelime ilişkilendirme sorusundan elde edilen veriler için Atasoy'un (2004) önerdiği gibi kelime ilişkilendirmelerin puanlanması ilgili kelimelerin sayılması şeklinde olabileceği gibi, verilen tüm yanıtların sayılması şeklinde de olabilir (Atasoy, 2004). Kelime ilişkilendirme testinde güçlü ve zayıf etkileşimler olmak üzere iki kavrama odaklanılmış olup her bir kavram için 30 saniye süre verilmiştir.

Testin üçüncü ve dördüncü sorusunun puanlanmasında ise, sorular iki aşamalı olduğundan, daha önce Ültay (2012) tarafından kullanılan kategoriler kullanılmıştır Tablo 1.

Tablo 1.

Üçüncü ve dördüncü sorunun değerlendirilmesi için kullanılan puanlama kriterleri (Ültay, 2012 s:103)

Açıklama / Seçenek	DN (3 Puan) Doğru Neden	KDN (2 Puan) Kısmen Doğru Neden	AKN (1 puan) Alternatif Kavramlı Neden	Boş (0 Puan)
DS – Doğru Seçenek (2 Puan)	5	4	3	2
YS – Yanlış Seçenek (1 Puan)	4	3	2	1
Boş (0 puan)	3	2	1	0

Testin beşinci ve altıncı soruları için puanlama kriterleri belirlenirken daha önce bazı çalışmalarda kullanılan kategorilerden faydalanılarak bu çalışma için yeniden bir puanlama kriteri oluşturulmuştur (Bartoszeck ve diğ., 2008; Çelikler ve Kara, 2012; Uzunkavak 2009a,b). Puanlama çizimler ve isimlendirme olarak iki bölümde değerlendirilmiştir. Kullanılan kategoriler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2.

Beşinci ve altıncı sorunun değerlendirilmesi için kullanılan puanlama kriterleri

İsmlendirme / Çizim	Dİ (3 Puan) Doğru İsmlendirme	Yİ (1 Puan) Yanlış İsmlendirme	Boş (0 Puan)
DÇ – Doğru Çizim (4 Puan)	7	5	4
YÇ – Yanlış Çizim (2 Puan)	5	3	2
Boş (0 puan)	3	1	0

Formdan elde edilen veriler iki kimya eğitimi uzmanı tarafından puanlanmış olup, puanlayıcılar arası güvenilirlik katsayısı 0.84 (Cohen’s kappa) olarak hesaplanmıştır.

Bulgular

Öğrencilerin teste vermiş oldukları cevaplar incelendiğinde, öğrencilerden bağlar konusunda kavram haritası çizmelerinin istendiği birinci soru için elde edilen veriler Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3.

Öğrencilerin kavram haritası çizimi sorusuna vermiş oldukları cevaplar ve aldıkları puanlar

Puan	Kavram haritası (hierarchy) çizen öğrenci sayısı	Kavram ağı çizen öğrenci sayısı	İlgisiz cevap veren öğrenci sayısı	Boş
9	1			
8	3			
7	5			
6	15			
5	14			

4	2			
3	2			
2	3			
1	0			
0	0	7	11	3

Tablo 3'e göre öğrencilerden kavram haritası çizebilenlerin tamamı hiyerarşik kavram haritası çizmiş olup 7 öğrenci ise kavram haritası yerine kavram ağı çizmişlerdir. 11 öğrenci ilgisiz şekilde nitelendirilen cevaplar vermiş olup 3 öğrenci ise soruyu cevaplamamıştır. Kavram haritası çizebilen öğrencilerden kavram haritasını bütün yönleriyle çizebilen yalnızca 1 öğrenci çıkmıştır. Öğrencilerin çoğunluğu 5 ile 6 puan arasına yığılmıştır. Buna göre öğrenciler konuyla ilgili bütün kavramları yazmış ancak 5 puan alan öğrenciler yazdıkları kavramları kendi içinde yanlış organize etmelerine rağmen, 6 puan alan öğrenciler ise doğru organizasyonu başarmışlardır. 5 veya 6 puan alan öğrencilerin tamamı bu kavramlar arasındaki ilişkileri belirtememiş ve örnekler verememişlerdir.

Kelime ilişkilendirme sorusuna ilişkin öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4.

Kelime ilişkilendirme sorusuna öğrencilerin vermiş oldukları kelime sayısı

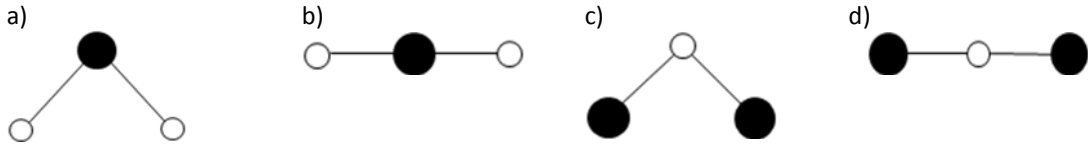
Kelime sayısı	Güçlü etkileşimler konusunda kelime yazan öğrenci sayısı	Zayıf etkileşimler konusunda kelime yazan öğrenci sayısı
10	2	-
9	1	-
8	2	2
7	1	2
6	1	5
5	8	7
4	26	14
3	10	20
2	6	6
1	1	1
0	8	9

Tablo 4'e göre öğrencilerin güçlü etkileşimler konusuna ilişkin yazabildikleri en fazla kelime sayısı 10'dur. Zayıf etkileşimler konusuna ilişkin ise en fazla 8 kelime iki öğrenci tarafından yazılabılmıştır. Her iki konuda da öğrencilerin çoğunluğu 3 veya 4 kelime yazabilmişlerdir. Kavram haritasında 9 puan alan Ö₄₂, 8 puan alan Ö₄₉, Ö₅₄ ve Ö₅₅ kodlu

öğrencilerin kelime ilişkilendirme testinde de yüksek puanlar aldıkları gözlenmiştir. Örneğin Ö₄₂ kodlu öğrenci güçlü etkileşimlerle ilgili 8, zayıf etkileşimlerle ilgili ise 6 kelime yazabilmişken, Ö₄₉ kodlu öğrenci güçlü etkileşimlerle ilgili 9, zayıf etkileşimlerle ilgili ise 6 kelime yazabildiği görülmektedir. Bununla birlikte Ö₅₄ kodlu öğrenci güçlü etkileşimlerle ilgili 10, zayıf etkileşimlerle ilgili ise 4 kelime yazabilmişken, Ö₅₅ kodlu öğrenci güçlü etkileşimlerle ilgili 7, zayıf etkileşimlerle ilgili ise 7 kelime yazabildiği görülmektedir.

İki aşamalı olan üçüncü soru için elde edilen veriler Tablo 5’te gösterilmiştir. Üçüncü soru öğrencilere şu şekilde yöneltilmiştir:

3. BeH₂ bileşiğinin sahip olduğu **atomlar arası** bağların geometrik şekli (atomlar arasındaki açıyı da göz önünde bulundurarak) hangi seçenekte doğru gösterilmiştir? (Be:4, H:1). (Be= ● ; H= ○)



Seçeneği seçme nedenini açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

Tablo 5.

Öğrencilerin üçüncü soruya vermiş oldukları cevaplar

Kategoriler	Öğrenci sayısı	Örnek öğrenci cevabı
DS-DN	3	Be merkez atomdur. Çekme kuvvetleri aynı ve vektörel büyüklük sıfır olduğu için apolar yapıdadır (Ö ₃₁).
DS-KDN	29	Çünkü Be 2A grubu elementidir ve bunların oluşturduğu geometrik şekiller bu şekildedir (Ö ₁₆). Bir elektronu ortaklaşa kullanmaları gerektiğinden (Ö ₅₇).
DS-AKN	16	Moleküller arası bağlar apolardır. Bu yüzden doğrusal olur (Ö ₄₈).
YS-KDN	2	Berilyumun hidrojenle yaptığı bağlar arasında 180 derecelik açı olması gerek (Ö ₅₈).
DS	4	-
YS-AKN	12	İyonik bir bağda denge konumuna gerek yoktur (Ö ₈). Bu tür moleküller arasında kırık doğru şeklinde bağlar olur (Ö ₁₈).

Tablo 5’e göre öğrencilerin güçlü etkileşimler ile ilgili olan 3.soruya vermiş oldukları cevaplardan örnekler incelendiğinde; DS-DN kategorisinde yalnızca 3 öğrenci bulunurken, 29

öğrenci DS-KDN kategorisinde cevaplar vermiştir. 16 öğrenci DS-AKN kategorisinde cevap verirken, her iki aşamayı da yanlış cevaplayan 12 öğrenci bulunmaktadır.

Formun 4.sorusu aşağıda verilmiş olup, öğrencilerin dördüncü soruya vermiş oldukları cevaplar ise Tablo 6’da gösterilmiştir. Dördüncü sorunun birinci aşamasında öğrencilerden H₂O molekülünün sahip olduğu güçlü ve zayıf etkileşimleri, ikinci aşamada ise bu seçeneği seçme nedenleri sorulmuştur.

4. H₂O molekülünün sahip olduğu **bağlar** hangi seçenekte doğru gösterilmiştir?

	<u>Atomlar arası</u>	<u>Moleküller arası</u>
a)	Kovalent	Van der Waals
b)	İyonik	Dipol-dipol
c)	Polar Kovalent	Hidrojen
d)	Apolar Kovalent	Hidrojen

Seçeneği seçme nedenini açıklayınız.

.....
.....
.....
.....

Tablo 6.

Öğrencilerin dördüncü soruya vermiş oldukları cevaplar

Kategoriler	Öğrenci sayısı	Örnek öğrenci cevabı
DS-DN	10	H ₂ O polar bir madde bu yüzden polar kovalent bağa sahip. H atomunun F, O, N ile hidrojen bağı yaptığından H ve O arasında da hidrojen bağı vardır (Ö ₆₅).
DS-KDN	29	İki hidrojen ve bir oksijen olduğu için hidrojen bağları vardır. Farklı iki ametal olduğu için de polar kovalenttir (Ö ₄₉). Eşit çekim olmadığından polar kovalenttir (Ö ₅₆).
DS-AKN	14	Polar kovalent bağ yapan moleküller arasında dipol dipol bağ oluşur (Ö ₁₈). Her ikisi de ametaldir. H ile O arasında hidrojen bağları oluşur (Ö ₃₉).
DS	2	-
YS-AKN	8	Van der Waals ortaklaşa kullanım olduğu için (Ö ₅₄). Atomlar arası kovalent ve iyonik olabilir (Ö ₅₈). İyonik bağ iki atomun alışverişi ile olur, dipol-dipol ise iki polar bağlı atom ile (Ö ₆₃).
YS	3	-

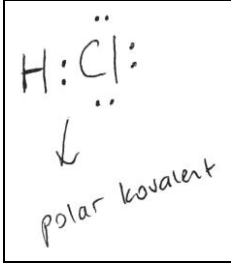

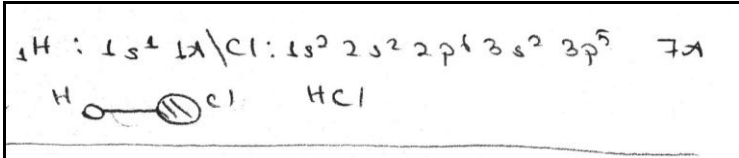
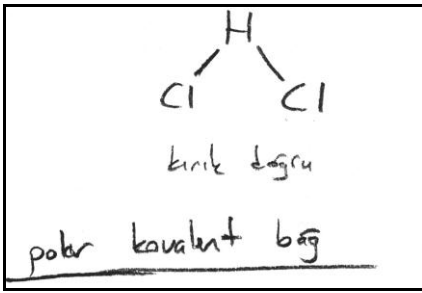
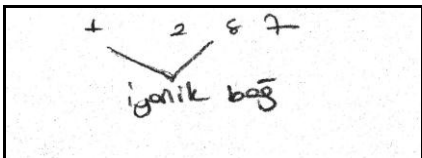
Tablo 6'ya göre H₂O molekülünün sahip olduğu güçlü ve zayıf etkileşimler ile ilgili olan 4.soruya DS-DN kategorisinde cevap veren 10 öğrenci bulunurken, DS-KDN kategorisinde cevap veren 29 öğrenci bulunmaktadır. 14 öğrenci DS-AKN kategorisine uygun cevaplar vermişken, YS-AKN kategorisinde cevap veren 8 öğrenci bulunmaktadır.

HCl ve NH₃'ün sahip oldukları güçlü etkileşimlerin çizilerek gösterilmesinin istendiği 5.soru aşağıda verilmiş olup, sorunun ilk bölümünde HCl molekülünün sahip olduğu güçlü etkileşimlerin çizilerek gösterilmesi istenmiş olup öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar Tablo 7'de gösterilmiştir.

5. HCl ve NH₃ moleküllerinin sahip oldukları **güçlü etkileşimleri** çizerek gösteriniz. (H:1, Cl:17, N:7)

Tablo 7.

Öğrencilerin beşinci soruya vermiş oldukları cevaplar (HCl)

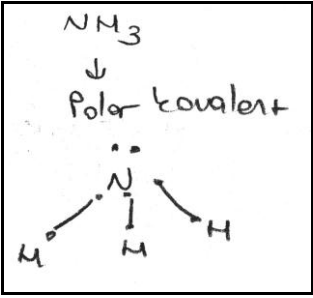
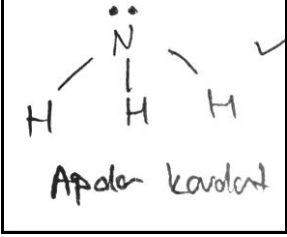
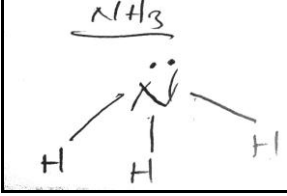
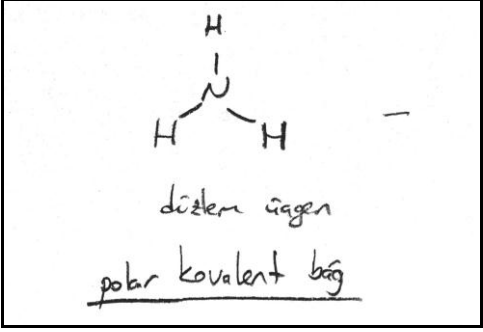
Kategoriler	Öğrenci sayısı	Öğrenci kodu	Öğrenci cevabı
DÇ-Dİ	27	Ö ₅₁	
DÇ-Yİ	2	Ö ₅	
DÇ	32	Ö ₄₁	
YÇ-Dİ	2	Ö ₄₆	
YÇ-Yİ	1	Ö ₄	
Boş	2		

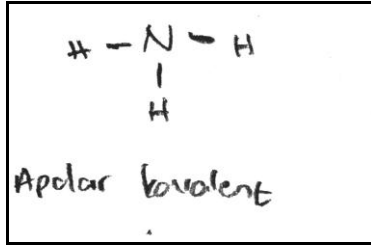
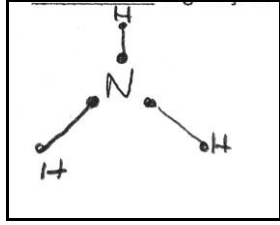
Tablo 7'ye göre öğrencilerin neredeyse tamamı HCl molekülünün sahip olduğu güçlü etkileşimleri doğru çizebilmişlerdir. DÇ-Dİ yapabilen 27 öğrenci bulunurken, 32 öğrenci de yalnızca doğru çizim yapabilmiştir. Bununla birlikte YÇ-Yİ yapan yalnızca 1 öğrenci bulunurken, 2 öğrenci ise soruyu yanıtlamamıştır.

5. sorunun ikinci bölümünde NH₃ molekülünün sahip olduğu güçlü etkileşimlerin çizilerek gösterilmesi istenmiş olup öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8.

Öğrencilerin beşinci soruya vermiş oldukları cevaplar (NH₃)

Kategoriler	Öğrenci sayısı	Öğrenci kodu	Öğrenci cevabı
DÇ-Dİ	22	Ö ₃₆	
DÇ-Yİ	3	Ö ₄₈	
DÇ	21	Ö ₅₁	
YÇ-Dİ	3	Ö ₄₆	

YÇ-Yİ	4	Ö ₁₉	
YÇ	11	Ö ₆₃	
Boş	2		

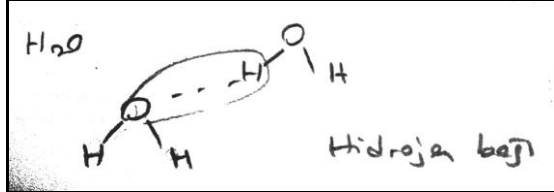
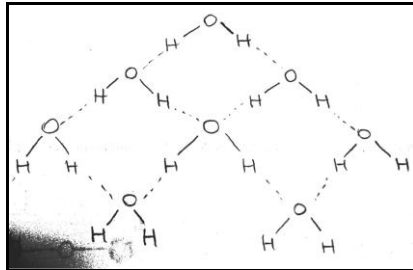
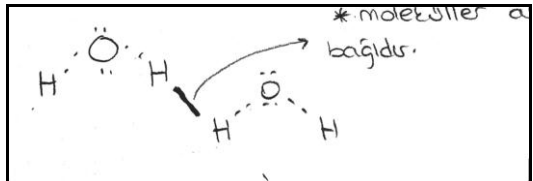
Tablo 8'e göre öğrencilerin 22'si DÇ-Dİ yapabilmişken, yalnızca DÇ yapabilen 21 öğrenci mevcuttur. Bununla beraber, YÇ-Yİ yapan 4 öğrenci varken, 11 öğrenci de YÇ yapmıştır.

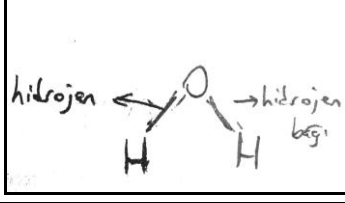
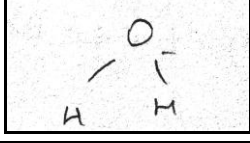
Testin son sorusu olan H₂O molekülünün sahip olduğu moleküller arası çekim kuvvetlerinin çizilerek gösterilmesinin istendiği soru aşağıda verilmiş olup, bu soruya öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar Tablo 9'da gösterilmiştir.

6. H₂O molekülünün sahip olduğu **moleküller arası** çekim kuvvetlerini çizerek oluşumunu gösteriniz.

Tablo 9.

Öğrencilerin altıncı soruya vermiş oldukları cevaplar (H₂O)

Kategoriler	Öğrenci sayısı	Öğrenci kodu	Öğrenci cevabı
DÇ-Dİ	4	Ö ₅₆	
DÇ	2	Ö ₃₅	
YÇ-Dİ	14	Ö ₃₇	

YÇ-Yİ	28	Ö ₄₆	
YÇ	15	Ö ₁	
Boş	3		

Tablo 9'a göre DÇ-Dİ yapan 4 öğrenci varken, öğrencilerin büyük bir çoğunluğu YÇ-Dİ (14 öğrenci), YÇ-Yİ (28 öğrenci) ve YÇ (15 öğrenci) kategorilerinde cevaplar vermişlerdir. 3 öğrenci ise soruyu yanıtsız bırakmıştır.

Tartışma ve Sonuç

Araştırmadan elde edilen bulguların ışığında, öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun kavram haritasını hiyerarşik yapıda çizdiği görülmüştür. Kavramların en genel olandan en özel olana doğru belirli bir hiyerarşi ile sıralanması anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi kolaylaştırır. Öğrenciler uzun cümleler arasında kaybolmadan tek bir tabloda tüm konuyu öğrenebilirler (Kılınç, 2007; Novak, Gowin ve Johansen, 1984). Bununla birlikte öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun kavramlar arasındaki oklar üzerinde bağlantı ifadelerini yazamadıkları görülmüştür. Öğrencilerin kavramlar arasında oklar üzerinde bağlantı ifadelerini yazamamaları veya okun yönünü doğru olarak çizememeleri kavram haritalarının nasıl oluşturulacağını yeterince bilememelerinden kaynaklanabilir (Bak ve Ayas, 2008). Ayrıca öğrencilerin neredeyse tamamının çapraz bağlantı kullanmadığı görülmüştür. Bunun sebebi ise öğrencilerin öğrenmiş oldukları bilgilerin yüzeysel olması olabilir (Bak ve Ayas, 2008). Yapılan çalışmalarda kavram haritası oluşturmak için öğrencilerin 3-4 saat öğretim görmeleri gerektiği vurgulanmaktadır (Kaya, 2003).

Öğrencilerin güçlü ve zayıf etkileşimler ile ilgili yazdıkları kelime sayısına bakıldığında öğrencilerin büyük bir çoğunluğu 3 veya 4 kelime yazabilmişlerdir. Stewart (1979)'a göre ilişkilendirilen kelime ile ilgili cümle yazılması kişinin iki kavram arasında nasıl bir ilişki kurduğunu anlamamıza yarar. Ancak bu durum uygulama süresini uzattığı düşüncesiyle kullanılmamıştır. Bunun yerine öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkilerini incelemek amacıyla kavram haritası kullanılmıştır. Öğrencilerin kelime ilişkilendirmede vermiş oldukları cevapların kavram haritası kullanılarak özetlenmesi kullanılan bir yöntemdir (Taşar, 2001). Nitekim kelime ilişkilendirmede kelime sayısı fazla olan öğrenciler kavram

haritasında da daha yüksek puan alabilmişlerdir. Bu durumda bu öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkileri daha doğru kurabildikleri, konuyu daha derinlemesine öğrenmiş oldukları şeklinde yorumlanabilir.

Öğrencilerin BeH_2 bileşiğinin sahip olduğu güçlü etkileşimlerin gösterimini çoğunluğun doğru işaretlediği ama nedenini açıklamada yetersiz oldukları görülmüştür. Bunun sebebi öğrencilerin BeH_2 'nin yapısını ezberlemiş olmalarından kaynaklanıyor olabilir. Bu sebeple de açıklama yapmada yetersiz kalmışlardır. Nitekim öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar incelendiğinde iyonik bağdaki elektrostatik çekimi anlamadıkları görülmüştür (Atasoy ve diğ., 2003). Ayrıca iyonik bağ ve kovalent bağ da birbirine karıştırdıkları ve iyonik bağ açıklarken elektrostatik çekimden ziyade ortaklaşa elektron kullanımından söz ettikleri görülmüştür (Birk ve Kurtz, 1999).

Öğrencilerin büyük bir bölümü H_2O 'nun sahip olduğu güçlü ve zayıf etkileşimlerini dördüncü soruda doğru cevaplayabilmiş olmalarına rağmen yapmış oldukları açıklamalarda güçlü ve zayıf etkileşimleri birbirine karıştırdıkları görülmüştür. Nitekim H_2O 'nun sahip olduğu zayıf etkileşimlerin çizilmesinin istendiği altıncı soruda öğrencilerin tamamına yakını güçlü etkileşimleri çizerek göstermiştir. Bu durumda öğrencilerin güçlü ve zayıf etkileşimler hakkındaki kavramsal öğrenmelerinin tam anlamıyla gerçekleşmemiş olmasından söz edilebilir. Bu konuda öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramlar da bu durumu desteklemektedir. Örneğin Goh, Khoo ve Chia (1993) ve Peterson ve diğ., (1989) da öğrencilerin güçlü ve zayıf etkileşimleri birbirine karıştırdıklarına dair bulgulara ulaşmışlardır.

HCl molekülünün sahip olduğu güçlü etkileşimleri ise öğrencilerin tamamına yakını doğru çizebilmiştir. Bununla birlikte yanlış çizen öğrencilerden bazıları HCl moleküllerinin tamamen iyonik bağa sahip olduğunu düşünen öğrencilerdir. Bunun sebebi HCl molekülü oluşurken H atomunun bir elektronunu Cl atomuna verdiğini düşünmelerinden kaynaklanabilir (Mirzalar Kabapınar, 2007; Taber, 1993, 1994; Tan ve Treagust, 1999).

NH_3 molekülünün sahip olduğu güçlü etkileşimlerin çizerek gösterilmesinin istendiği soruda ise öğrencilerin büyük çoğunluğu Lewis yapısından yararlanarak molekülün şeklini çizmişlerdir. Bu durum öğrencilerin molekül şekli ile Lewis yapısını özdeşleştirmiş olduklarını gösterir (Furio ve Calatayud, 1996). Bazı öğrencilerin ise hala Bohr atom modelini kullanarak güçlü etkileşimleri gösterdikleri görülmüştür. Ancak modern atom modeli ve orbital teorisinin soyutluğu nedeniyle ülkemizin de içinde yer aldığı bazı ülkelerde ortaöğretim kimya derslerinde kimyasal bağlar konusu Bohr atom modeli kullanılarak anlatılmaktadır. Hatta üniversite genel kimya derslerinde dahi Bohr atom modelinin yoğun olarak kullanımı

söz konusudur. Bu bağlamda, ortaöğretim öğrencilerinden kimyasal bağları, modern atom modelini kullanarak açıklayabilmelerini beklemek olası değildir (Mirzalar Kabapınar, 2008).

Öğrencilerin kimyasal bağ konusunu öğrenmelerinde ön bilgilerinin de etkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü öğrenciler bağ kelimesini duyduklarında günlük yaşamdaki bağ ile özdeşleştirdikleri yaptıkları açıklamalardan anlaşılmaktadır. Öğrenciler yaptıkları açıklamalarda kimyasal bağı iki şeyi bir arada tutan şey olarak görmeleri bu durumu göstermektedir (Atasoy ve diğ., 2003). Bu durum kimyasal bağlar konusunun kimyadaki birçok konu gibi soyut bir konu olmasından kaynaklanabilir. Öğrencilerin kimyasal bağları tam olarak anlayabilmeleri için, atom, molekül, iyon, elektron yoğunluğu gibi imajlara sahip olup, bunların değişimi ve etkileşimleriyle ilgili soyut işlemleri yapabilmeleri gerekir. Bunun için sınıflarda modellerin veya animasyonların kullanılması önerilebilir. Bununla birlikte öğrencilerin konu içeriğindeki kavramları ve bu kavramlar arasındaki bağlantıları daha net anlamalarına yardımcı olabilmek için konuyu özetleyen kavram haritalarının öğretimde kullanılması yaygınlaştırılabilir. Ayrıca, öğrencilerin bu konudaki eksik bilgileri göz önünde bulundurularak, konunun öğretiminde kavram öğretimine ağırlık verilmelidir. Bu amaçla öğretim ortamlarında değişik yöntem ve stratejiler kullanılabilir.

Yapılan bu çalışmanın bu alanda kavram öğretimine veya alternatif kavramları gidermeye yönelik araştırmalar yapmayı düşünen öğretmen ve araştırmacılara yol gösterici olduğu düşünülmektedir. Verilen örnek öğrenci cevapları sayesinde konunun hangi noktalarında anlama zorluğu çekildiği rahatlıkla görülecek ve öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramların belirlenmesi açısından zaman tasarrufu sağlayacaktır. Ayrıca öğrencilerin kavramsal bilgi düzeylerini bilmek, konuyu öğretecek öğretmen ve araştırmacılara öğretim planları açısından da yardımcı olacaktır.

Kaynaklar

- Acar, B. ve Tarhan, L. (2008). Effects of cooperative learning on students' understanding of metallic bonding. *Research in Science Education*, 38, 401–420.
- Atasoy, B., Kadayıfçı, H. ve Akkuş, H. (2003). Lise öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki yanlış kavramaların giderilmesinde yapılandırıcı yaklaşımın etkileri. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(1), 61-77.
- Atasoy, B. (2004). *Fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Aydın, F. ve Taşar, M. F. (2010). An investigation of pre-service science teachers' cognitive structures and ideas about the nature of technology. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(Özel sayı), 209-221.

- Bahar, M., Johnstone, A. H. & Sutcliffe, R. G. (1999). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education*, 33, 134-141.
- Bak, Z. ve Ayas, A. (2008). Kimya öğrencilerinin atom kavramını anlama düzeylerinin kavram haritası yöntemiyle belirlenmesi, ietc2008.home.anadolu.edu.tr/ietc2008/240.doc adresinden 28.05.2013 tarihinde indirilmiştir.
- Bartoszeck, A. B., Machado, D. Z. & Amann-Gainotti, M. (2008). Representations of internal body image: a study of preadolescents and adolescent students in Araucaria, Paraná, Brazil. *Ciências & Cognição*, 13(2), 139-159.
- Birk, H. 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.
- 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.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2012). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Geliştirilmiş 12.baskı, Ankara: Pegem Akademi.
- Case, J. M. & Fraser, M. (1999). An investigation into chemical engineering students' understanding of the mole and the use of concrete activities to promote conceptual change. *International Journal of Science Education*, 21, 1237-1249.
- Cho, H. H., Kahle, J. B. & Nordland, F. H. (1985). An investigation of high school biology textbooks as sources of misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching genetics. *Science Education*, 69(5), 707-719.
- 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.
- Çalık, M. ve Ayas, A. (2005). 7-10. Sınıf öğrencilerinin seçilen çözelti kavramıyla ilgili anlamalarının farklı karışımlar üzerinde incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(3), 329-349.
- Çelikler, D. ve Kara, F. (2012). İlköğretim fen bilgisi öğretmen adaylarının periyodik çizelge konusundaki bilgilerinin çizim yoluyla saptanması. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(3), 70-76.

- Çelikler, D. ve Topal, N. (2011). İlköğretim fen bilgisi öğretmen adaylarının karbondioksit ve su döngüsü konusundaki bilgilerinin çizim ile saptanması. *Dünyadaki Eğitim ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 1(1). http://www.wjeis.org/FileUpload/ds217232/File/11.dilek_celikler.pdf adresinden 20 Kasım 2011 tarihinde indirilmiştir.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş*, 3. Baskı, Trabzon.
- Driver, R. (1985). *The pupil as scientist?* Milton Keynes: Open University Press.
- Furio, C. & Calatayud L. (1996). Difficulties with the geometry and polarity of molecules: Beyond misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 73(1), 36-41.
- 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.
- Griffiths, A. & Preston, K. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 611-628.
- Heinze-Fry, J. & Novak, J. D. (1990). Concept mapping brings long-term movement toward meaningful learning. *Science Education*, 74(4), 461-72.
- Kara, İ., Avcı, E. D. ve Çekbaş, Y. (2008). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ışık kavramı ile ilgili bilgi düzeylerinin araştırılması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Aralık 2008, 46-57.
- Kaya, O. N. (2003). Eğitimde alternatif bir değerlendirme yolu: Kavram haritaları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 265-271.
- Kılınç, A. (2007). Bir öğretim stratejisi olarak kavram haritalarının kullanımı. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 21-48.
- 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.
- Masson, S. & Vazquez-Abad, J. (2006). Integrating history of science in science education through historical microworlds to promote conceptual change. *Journal of Science Education and Technology*, 15, 257-268.
- 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. (2008). Öğrencilerin kimyasal bağ konusundaki kavram yanlışlarına ilişkin literatüre bir bakış II: Moleküller arası bağlar. *Milli Eğitim*, 178, 279-296.

- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
- Nicoll, G. (2001). A report of undergraduates bonding misconceptions. *International Journal of Science Education*, 23(7), 707-730.
- Novak, J. D. (1998). Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools for schools and corporations. Mahwah, N.J., Lawrence Erlbaum & Assoc.
- Novak, J. D., Gowin, D. B. & Johansen, G. T. (1984). The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students. *Science Education*, 67(5), 625-645.
- Osborne, R. J. & Wittrock, M. C. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education*, 67, 489-508.
- Özmen, H. (2004). Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 147-159.
- Özmen, H., Demircioğlu, H. & Demircioğlu, G. (2009). The effects of conceptual change texts accompanied with animations on overcoming 11th grade students' alternative conceptions of chemical bonding. *Computers and Education*, 52, 681-695.
- Peterson, R., Treagust, D. F. & Garnett, P. (1989). Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade- 11 and -12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of an instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 301-314.
- Schmidt, H. J. (1997) Students' misconceptions-looking for a pattern. *Science Education* 81, 123-135.
- Stewart, J. (1979). Content and cognitive structure: Critique of assessment and representation techniques used by science education researchers. *Science Education*, 63, 395-405.
- 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.
- Taber, K. S. (1994). Misunderstanding the ionic bond. *Education in Chemistry*, 31, 100-103.
- Taber, K. S. (2011). Models, molecules and misconceptions: A commentary on "secondary school students' misconceptions of covalent bonding". *Journal of Turkish Science Education*, 8(1), 3-18.
- Taber, K. S. & Tan, K. C. D. (2011). The insidious nature of 'hard core' alternative conceptions: Implications for the constructivist research programme of patterns in high

- school students' and pre-service teachers' thinking about ionisation energy. *International Journal of Science Education*, 33(2), 259-297.
- Tan, K. C.D. & Treagust, D. F. (1999). Evaluating students' understanding of chemical bonding. *School Science Review*, 81, 75-84.
- Taşar, M. F. (2001). A case study of one novice college students's alternative framework and learning of force and motion. Unpublished doctoral dissertation. The Pennsylvania State University, University Park.
- Thomas, G. V. & Silk, A. M. J. (1990). *An introduction to the psychology of children's drawings*. Hemel Hempstead: Harvester Wheat Sheaf.
- Uzunkavak, M. (2009a). Öğrencilerin newton kanunları bilgilerinin yazı ve çizim metoduyla karşılaştırılması. *SDU International Journal of Technologic Sciences*, 1(1), 29-40.
- Uzunkavak, M. (2009b). Öğrencilerin iş kavramında pozitiflik-negatiflik ayrımı becerilerinin yazı ve çizim metoduyla ortaya çıkarılması. *SDU International Journal of Technologic Sciences*, 1(2), 10-20.
- Ültay, N. (2012). Asit ve baz konusuyla ilgili REACT stratejisine ve 5E modeline göre etkinliklerin geliştirilmesi, uygulanması ve karşılaştırılması. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ültay, N., Durukan, Ü. G. & Ültay, E. (2014). Evaluation of the effectiveness of conceptual change texts in REACT strategy. *Chemistry Education Research and Practice*, in press.
- White, R. T. & Gunstone, R. F. (1992). *Probing understanding*. London: The Falmer Pres.
- Vosniadou, S. (2007). Conceptual change and education. *Human Development*, 50, 47-54.
- Yılmaz, K. ve Çolak, R. (2011). Kavramlara genel bir bakış: Kavramların ve kavram haritalarının pedagojik açıdan incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 185-204.

Extended Abstract

Purpose

The aim of this study was to determine the conceptual structures of 12th grade students about strong and weak interactions and to investigate the relationships between these concepts.

The study was carried out in the form of a case study in a high school in Giresun with 66 students from two different classes. Data collection instrument was a form including 6 questions. The first question was asked students to construct a concept map about strong and

weak interactions. The second question was a word association test and it was asked students to write words about the same topic. The third and fourth questions were two-tier questions and the first tier was multiple choices, the second tier was open ended. The fifth and sixth questions were asked students to draw strong and weak interactions on some examples.

Results

For the first question, most of students constructed hierarchical concept maps and they took 5 or 6 points which mean the concept map included almost all concepts about the topic but the relation words and examples were missing. Only one student could have constructed a fully acceptable concept map which means the concept map includes all concepts and the relations between them, and the examples about the topic.

For the second question, most of students could have written 3 or 4 words about strong and weak interactions. The number of maximum words the students could write is 10 for the strong interactions and 8 for the weak interactions.

For the third question, only three students gave correct answers for the two-tier. Most students chose the correct option in the first tier, but they could not have explained the reason of the option they chose. 28 students made explanations in the second tier but they include alternative conceptions. 12 students gave wrong answers for both tier of the question.

For the fourth question, all students knew the strong and weak interactions of H₂O molecule except 11 students in the first tier of the question. 10 students gave correct answers for the two-tier. 8 students gave wrong answers for both tier of the question. 29 students chose the correct option in the first tier, but they could not have explained the reason of the option they chose.

For the fifth question, all students could have drawn the strong interactions of HCl except 4 students. But 27 of them could have written the right name of the bond. However, 32 students could have shown the strong interactions in HCl, they could not have labeled the bond.

For the second part of the fifth question, 20 students could not have shown the strong interactions in NH₃ molecule. 22 students showed the bond and labeled it correctly. Despite 3 students showed the bond correctly, they could not have labeled it correctly.

For the last question, 57 students could not have shown the weak attractive forces between H₂O molecules. Only 4 students could have shown the bonds and labeled it correctly. Although 2 students could have shown the bonds, they could not have labeled it correctly.

Discussion

In accordance with the results obtained at the end of the study, it is found that students do not know how to construct concept maps although they see them from secondary school. Then, because students may have superficial knowledge about strong interactions, they could not show the relations between the concepts.

Word association test can be used to investigate the relations between the concepts. It can also be used to summarize the information given in the concept map. In this study, it is used to support the data obtained from the concept maps. Thus, it is found that students, who could write more words in the second question, could construct more appropriate concept maps.

For the rest of the questions, students generally have more knowledge about strong interactions. They lack the knowledge of differentiation of weak forces and strong interactions. It is because students tend to group the chemical bonds into two groups as covalent and ionic bonds. Some of the students draw the chemical bonds by using Lewis structures. It shows that students consubstantiate the Lewis structure and molecular shape. And also some students still draw the chemical bonds by using Bohr atomic model. In Turkey, in secondary schools, chemical bonding topic is taught with Bohr atomic model because of the topic being abstract. So, it is not possible to expect students to show the chemical bonds in modern atomic model.

Prior knowledge of students' in the subject of chemical bond is thought to be effective in learning the topic because students confused the bond with the bond in daily life when they heard the "bond" word. In other words, when students heard the bond word, they understood that something that holds two things together. But for the students in order to understand fully the chemical bonds, they should have the concepts of atoms, molecules, ions, electron density and the interaction of them.

Conclusion

At the end of the study, it is found that students confused interatomic bonding and intermolecular forces and they could not establish the relations between these concepts. It is proposed that attention should be given to the teaching of concepts and relationships between them. For this, using models and animations are suggested.