



International Refereed Journal

Karaelmas Journal of Educational Sciences

Journal Homepage: ebd.beun.edu.tr

10th Grade Secondary School Students' Perceptions, Metaphors and Analogies related to the Covalent Bonding ¹

Canan NAKİBOĞLU², Şafak YILDIRIM³

Received: 03 June 2020, Accepted: 19 June 2020

ABSTRACT

In this study, how 10th grade secondary school students describe the covalent bonding after learning covalent bonding topic, and which metaphors they use during their definitions were investigated. Also, the analogies of the students about the covalent bonding were examined. The present study includes a part from a comprehensive research on chemical bonding. From the data collected with a two-stage instrument developed for the comprehensive research, only analysis results related to covalent bond are presented in the present study. The sample of the study consisted of 297 tenth grade students (184 female and 113 male). The instrument used was two-stage, and in the first stage, the students were asked to describe the covalent bond in order to determine the students' perceptions and metaphors. In the second stage, a question containing the statement "covalent bond is like..... Because" was given to the students to obtain their analogies about the covalent bond. Phenomenographic method was used to determine the students' perceptions about covalent bonding and it was determined that students' perceptions about covalent bond were collected under seven themes. Content analysis was employed in the analysis of the students' metaphors and analogies, and metaphors were collected in nine conceptual categories. After the analogies written by the students were analysed, it was decided that the analogies of the students were collected under six themes. At the end of the study, the recommendations were made about what should be considered in teaching covalent bonding.

Keywords: Covalent Bonding, 10th Grade Secondary School Students, Metaphors, Analogies.

EXTENDED ABSTRACT

Purpose and Significance

Chemical bonding is one of the most essential and central subjects of chemistry teaching. Understanding of this subject is the basis for understanding and meaningful learning of many subjects such as chemical reactions, physical and chemical properties of materials, thermodynamic stability, and structure of matter. For this reason, chemical bonds have always found an essential place in secondary chemistry curriculum and problems related to teaching have been studied with many chemistry education researchers and studied with students at almost all levels. Although there are many studies about all bond types, covalent bonding has been studied more mainly because of the problems in understanding the structure of molecules formed by covalent bond, not only as bond type as well. In one of these studies, Peterson and Treagust (1989) examined grade-12 students' misconceptions of covalent bonding and structure. They identified eight major misconceptions about topic. They discussed these misconceptions under the categories of bond polarity, shape of molecules, polarity of molecules, intermolecular forces, and the octet rule. Akkuş, Tüzün and Eyceyurt (2013) investigated ninth-grade students' images about covalent bonds and found that the students' images about covalent bonds are insufficient, and they had a variety of misconceptions about covalent bonds. Şendur (2014) examined the prospective chemistry teachers' creative

¹ This study was produced from master thesis.

² Prof. Dr., Balıkesir University, Necatibey Education Faculty, canan@balikesir.edu.tr

³ Teacher, safakimya@gmail.com

comparisons about the basic concepts of inter- and intra-molecular forces. She investigated the relationship between these creative comparisons and prospective teachers' conceptual understanding of covalent and ionic bonding.

Since the concept of covalent bonding is an abstract concept, metaphors and analogies are used while teaching the covalent bonding by teachers and secondary school textbooks' authors. Sometimes covalent bonding is explained by using electron sharing metaphor. When the secondary school textbooks are examined, it is also seen that the covalent bonding is explained with various analogical pictures and expressions such as sharing several things between the people. This situation sometimes prevents students from constructing the covalent bonding bonds in their minds in a scientific way, and sometimes even metaphors replace the scientific definition. From this departure point, it is investigated that how secondary school students describe the covalent bonding after learning the chemical bonding topic, and which metaphors they use during their definitions were investigated in this study. Also, the analogies of the students about the covalent bonding were examined. The problems of the study are as follows:

1. How do 10th grade secondary school students perceive covalent bonding based on their experience?
2. What are the conceptual metaphors that 10th grade secondary school students use to describe covalent bonding?
3. What are 10th grade secondary school students' analogies about the covalent bonding?

Methods

In this study, we used phenomenography as a research method. Marton (1981) classified the research which aims at description, analysis and understanding of experiences as the phenomenography. Marton (2005) said that phenomenography was not concerned solely with the phenomena that were experienced and thought about, or with the human beings who were experiencing or thinking about the phenomena (Marton, 2005, p. 143). He noted that phenomenology was concerned with the relations that exist between human beings and the world around them (Marton, 2005, p. 143). Additionally, he said that the point of departure in phenomenography was always relational and phenomenography provided descriptions that were relational, experiential, content-oriented, and qualitative.

The sample of the study consisted of 297 tenth grade students (184 female and 113 male). This study includes a piece from a comprehensive study of chemical bonding. From the data collected with a two-stage instrument developed for this comprehensive study, only analysis results related to covalent bond are presented in this study. In the first stage of the instrument, the definition of the covalent bond was asked to determine the students' perception and metaphors. In the second stage, a question containing the statement such as 'covalent bond is like..... because' was given to the students to obtain their analogies about the covalent bond.

Results and Conclusions

In order to find answers to the question of how 10th grade secondary students are perceived covalent bonding due to their experiences, the definitions of the covalent bonding concept of the students were analyzed. As a result of the analysis, the students' perceptions with covalent bond were collected under seven themes. These themes are: between nonmetal-nonmetal, the partnership of electrons, between nonmetal-nonmetal atoms, between ions, electron exchange, the formation of molecule and stability.

In order to determine the analogies of the students about the covalent bond, first of all, a list of analogies written by the students for the second question was created. As a result of this analysis, it was determined that the students wrote 164 analogies for the covalent bond. These analogies were gathered under specific themes as a result of content analysis. It was seen that 30 of the analogies could not be included in any of the themes since the students did not write any explanation. As a result of the analysis of the remaining analogies, it was decided to collect the analogies under six themes. For these six themes, there are a total of 80 types of analogy types and 131 analogies. The most preferring theme is the sharing/partnership theme. The criterion for the creation of this theme is based on the idea that the students think of the covalent bond as everyday use or sharing of something. Taber (1998) indicated that reference to the covalent bond as the sharing of electrons was ubiquitous, and this idea was viewed as a sufficient explanation of the covalent bond in some cases. He said "This was considered to hold atoms together because it is sharing electrons. Indeed the act of sharing was described as being 'like a force'."

At the end of the study, it was also concluded that the students did not include electrostatic interaction in their covalent bond description and analogies. In a similar study, Şendur (2014) found that none of the prospective teachers stated the electrostatic force between the nucleus and shared electrons in the formation of covalent bonds. She said that the prospective teachers considered the sharing of electrons as the 'force' instead of the nucleus-electron interactions. She put forward the possible reason for this was the line-bond structures of the compounds which were used commonly by chemistry teachers in Turkey.

Based on the results of the study, the following recommendation can be made. In order to simplify the subject during the teaching of covalent bonding, 'the electron sharing metaphor' is often used. This metaphor usage may prevent students from understanding the electrostatic interactions, which are the leading causes of covalent

bonding. Therefore, this metaphor needs to be used very carefully. Also, electrostatic interaction which is the main cause of bond formation should be given priority.

Ortaöğretim 10. Sınıf Öğrencilerinin Kovalent Bağlanma ile ilgili Algıları, Metaforları ve Benzeşimleri¹

Canan NAKİBOĞLU², Şafak YILDIRIM³

Başvuru Tarihi: 03 Haziran 2020, **Kabul Tarihi:** 19 Haziran 2020

ÖZET

Bu çalışmada, onuncu sınıf öğrencilerinin kimyasal bağlar konusu ile ilgili öğretim sonrasında kovalent bağlanmayı nasıl tanımladıkları ve tanımlamalarında kovalent bağ ile ilgili hangi metaforları kullandıkları araştırılmıştır. Bunun yanı sıra kovalent bağı neye benzettiklerine yönelik öğrencilerin benzeşimleri de incelenmiştir. Bu çalışma kimyasal bağlanma ile ilgili kapsamlı bir araştırmadan alınan bir kesiti içermektedir. Bu kapsamlı araştırma için geliştirilen iki aşamalı bir ölçme aracı ile toplanan verilerden burada sadece kovalent bağ ile ilgili analiz sonuçları sunulmuştur. Çalışmanın örneklemini 184'ü kız ve 113'ü erkek olmak üzere toplam 297 onuncu sınıf öğrencisinden oluşmuştur. Kullanılan ölçek iki aşamalı olup ilk aşamada öğrencilerin algı ve metaforlarını belirlemek için kovalent bağı tanımları istenmiştir. İkinci aşamada kovalent bağ ile ilgili benzeşimlerini belirlemek amacıyla üzerinde "kovalent bağ..... Benzer. Çünkü....." yazılı ifadeler öğrencilere yöneltilmiş ve ilgili boşlukları doldurmaları istenmiştir. Çalışmada öğrencilerin algılarının belirlenmesinde fenomenografik yöntem benimsenmiş olup öğrencilerin kovalent bağ ile ilgili algılarının yedi tema altında toplandığı sonucuna ulaşılmıştır. Benzeşim ve metaforların analizi içerik analizi ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin metaforlarının 9 kavramsal kategoride ve benzeşimlerinin de 6 tema altında toplandığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın sonunda kovalent bağ öğretimi sırasında neler yapılmasına yönelik önerilere yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kovalent Bağlanma, 10. Sınıf Ortaöğretim Öğrencileri, Metafor, Benzeşim.

1. Giriş

Kimyasal bağlar ve kimyasal bağ türleri kimyanın en önemli ve merkezi konularından birisidir. Bu konunun anlaşılması öğrencilerin maddenin yapısı başta olmak üzere kimyasal reaksiyonlar, maddenin fiziksel ve kimyasal özellikleri, maddelerin termodinamik kararlılıkları gibi birçok konunun anlaşılması ve anlamlı bir şekilde öğrenilmesine temel oluşturur. Bu nedenle kimyasal bağlar hem ortaöğretim kimya dersi öğretim programlarında daima önemli bir yer bulmuş hem de kimyasal bağların öğretimi ile ilgili sorunlar birçok kimya eğitimi araştırmacısının ilgisini çekerek hemen her düzeyde öğrenci gurubu ile çalışılmıştır. Kimyasal bağlara yönelik yürütülen araştırmalar incelendiğinde bütün bağ türlerinin anlaşılmasında öğrencilerin sorun yaşadığı görülmüştür. Ancak kovalent bağlanma bağ türü olarak değil aynı zamanda kovalent bağlanma sonucu oluşan moleküllerin yapısının anlaşılmasına yönelik sorunlar nedeniyle de üzerinde daha fazla çalışılan bir konu olmuştur. Bu nedenle, kovalent bağlar ile ilgili yapılan çalışmaların bir kısmında öğrenciler tarafından kovalent bağlanma ve kovalent bağ oluşumunun farklı bağ teorilerine göre nasıl anlaşıldığı incelenirken bazı çalışmalarda da kovalent bağlama ile oluşan moleküllerin yapılarının öğrenciler tarafından nasıl anlaşıldığının araştırıldığı görülür (Birk & Kurtz, 1999; Furio & Calatayud, 1996; Mirzalar Kabapınar & Adik, 2006; Nakiboğlu, 2003; Peterson & Treagust 1989; Peterson, Treagust, & Garnett, 1989; Yılmaz & Morgil, 2001). Bunun yanında ders kitaplarında kovalent bağların nasıl sunulduğunu inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır (Niaz, 2001; Tsaparlis & Pappa, 2012).

Kovalent bağlanma ve molekül yapılarının incelenmesine yönelik yapılan ilk çalışmalardan birinde Peterson ve Treagust (1989) on ikinci sınıf öğrencilerinin kovalent bağlanma ve moleküler yapı ile ilgili yanlış kavramlarını çoktan seçmeli bir test ile ölçmüştür. Çalışma sonunda, öğrencilerin kovalent bağlama ve moleküler yapı oluşumunu anlama ile ilgili önemli ve yaygın yanlış kavramalara sahip olduklarını belirlemişlerdir. Bu yanlış kavramaları bağ polaritesi, molekül şekli, molekül polaritesi, moleküller arası kuvvetler ve Oktet kuralı başlıkları altında toplamışlardır. Öğrencilerin bağ polaritesinde elektronegativitenin rolünü tam anlayamadıkları, apolar moleküller ve bağ polaritesi arasındaki ilişkiyi bilmedikleri ve moleküller arası kuvvetleri molekül içi kuvvet gibi düşündüklerini belirlemişlerdir.

¹ Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

² Prof. Dr, Balıkesir Üniversitesi, Necatibey, Eğitim Fakültesi, canan@balikesir.edu.tr

³ Öğretmen, safakimya@gmail.com

Elektronegativite ve bağ polaritesi ilişkisinin üniversite düzeyinde bile sorun olduğu Burrows ve Mooring (2015) tarafından yürütülen bir çalışmada da gösterilmiştir.

Bir başka çalışmada, Coll ve Treagust (2002) üniversite ve lisansüstü düzeyde eğitim gören öğrencilerin kovalent bağları nasıl algıladıklarını incelemişlerdir. Çalışma sonunda öğrencilerin kovalent bağlanmaya yönelik tercih ettikleri modellerin büyük ölçüde Oktet kuralına dayandığını belirlemişlerdir. Coll ve Treagust (2002), öğrencilerin kovalent bağlanmayı elektronların paylaşılmasından kaynaklandığını ve bu sürecin arkasındaki itici gücün Oktet kararlılığına ulaşmak olduğunu düşündüklerini de ifade etmişlerdir. Yılmaz ve Morgil (2001), üniversite öğrencilerinin bağ polarlığı, molekül polarlığı, VSEPR Kuramı, Lewis yapısı ve molekül şekli kavramları ile ilgili anlama düzeylerini Furio ve Calatayud (1996) tarafından geliştirilen bir ölçme aracını kullanarak incelemişlerdir. Çalışma sonunda diğer araştırmacılar ile benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Bu sonuçlar arasında, öğrencilerin molekül polarlığı ile bağ polarlığı arasındaki ilişkiyi ayırt edemedikleri, merkez atomunun bütün değerlik elektronlarının bağlayıcı çiftler (kovalent bağ yapan çiftler) veya bağ yapmayan çiftler olarak düşünüldüğü ve VSEPR Kuramı ile molekül yapısı açıklanırken merkez atomunun üzerinde bulunan ve bağa katılmayan elektron çiftinin molekülün geometrik şeklinde etkili olduğunu bilmedikleri gibi sonuçlar yer almıştır.

Erman (2017), Endonezyalı lisansüstü öğrencilerinin kovalent bağlarla ilgili yanlış kavramalarını belirlemek amacıyla yürüttüğü bir çalışma sonunda başlıca sekiz farklı yanlış kavrama belirlemiştir. Bu yanlış kavramalar şunlardır: Bir çift serbest elektrona sahip iki atom arasında bir kovalent bağ oluşur; kararlı bir moleküldeki her bir atomun Oktet kurallarına uyması gerekir; eğer bağlı iki atomun elektron çekimi farklıysa kovalent bağ polardır; molekülün şekli, merkezi atoma bağlı atomların sayısına bağlıdır; polar olmayan moleküller $m > 0$ dipol momentine sahiptir; polar moleküllerdeki tüm bağlar polar iken, apolar moleküllerdeki tüm bağlar apolardır; bağların sayısı atomların elektronegatifliğine bağlıdır ve bağ uzunluğu bağın türüne bağlıdır. Erman (2017) belirlenen bu yanlış kavramalar için, bilgi eksikliği, kovalent bağlarla ilgili temel kavramları anlamada zorluk ve öğrenciler ve öğretmenler arasında etkili iletişim eksikliğine neden olarak göstermiştir.

Akkuş, Tüzün ve Eyceyurt (2013), dokuzuncu sınıf öğrencilerinin kovalent bağlar konusundaki imajlarını belirleyerek yanlış kavramalarını ortaya koymayı amaçladıkları çalışmaları sonunda öğrencilerin kovalent bağlarla ilgili birçok yanlış kavramaya sahip olduklarını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, öğrencilerin farklı moleküllerdeki atomlar arasındaki kovalent bağ sayısını ayırt edebilme, polarlık, apolarlık ve elektronegativite ile ilgili bilimsel modele uygun imaj oluşturma yüzdelerinin çok düşük olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Mirzalar Kabapınar ve Adik (2006), ortaöğretim öğrencilerinin kovalent bağda elektronların konum ve hareketlerini anlama biçimlerini araştırdıkları çalışmada, öğrencilerin büyük bölümünün kovalent bağı oluşturan elektronları doğru konumlandıramadıkları ve öğrencilerin bilimsel modeller ile uyumlu olmayan zihinsel modellere sahip oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca, polar kovalent bağ ve elektron çifti kavramlarını açıklarken öğrencilerin elektronların konum ve hareketlerini doğru kullanamadıklarını belirlemişlerdir.

Luxford ve Bretz (2014), kovalent ve iyonik bağlanma gösterimine ilişkin öğrencilerin yanlış kavramalarını belirlemek amacıyla bağlanma gösterim envanterinin geliştirilmesine yönelik bir çalışma yapmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin kovalent ve iyonik bağlanmayı ayırt etmede sorunları olduğu ve açıklamaların önceki çalışmalara benzer şekilde Oktet kuralına dayandığı belirlenmiştir. Şendur (2014), kimya öğretmen adaylarının moleküller arası ve molekül içi bağlar ile ilgili yaratıcı karşılaştırmalarını incelemiştir. Bu çalışmada "yaratıcı karşılaştırmalar" terimi, metaforlar, analogiler ve benzetmeler için kapsayıcı bir terim olarak kabul edilmiştir. Çalışmaya katılan öğretmen adaylarına diğer etkileşimler yanında iyonik ve kovalent bağı neye benzettiklerini yazmaları istemiştir. Daha sonra da seçilen kimya öğretmen adayları ile ikili görüşmeler gerçekleştirmiştir. Çalışmada, öğretmen adaylarının genellikle farklı bağların oluşum ve kuvvetine bağlı olarak yaratıcı karşılaştırmaları olduğu ve kovalent bağların oluşumu konusunda da alternatif kavramlara sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

1.1. Araştırmanın Önemi

Yukarıdaki alanyazın sonuçlarından yola çıkarak kovalent bağlanma ve kovalent bağlanma ile oluşan moleküllerin yapılarının anlaşılmasında ortaöğretimden lisansüstü düzeye kadar hemen her öğrenci grubunda öğrenme güçlükleri olduğu görülmektedir. Kovalent bağların öğrenilmesine yönelik sorunların kaynağına bakıldığında büyük ölçüde bu durumun konunun soyut olması ve öğrenciler tarafından

doğrudan gözlenememesi kovalent bağlanmanın öğrenilmesinde sorunlara neden olmaktadır. Bu nedenle kovalent bağlanma ve molekül oluşumu açıklanırken bilimsel modellere alternatif olarak geliştirilen bazı kavramsal metaforların kullanıldığı ve analogilerden yararlandığı görülmektedir. Lancor (2015), kavramsal metaforların fikirler arasındaki temel ilişkiyi temsil eden bilimsel modelleri nasıl yorumladığımız ve uyguladığımız ile ilgili olduğunu belirtmiştir. Araştırmacıların bir kısmı metaforun kavramsal sistemimizi düzenlemede yapısal bir rol oynadığını kabul etmektedir (Arslan & Bayrakçı, 2006). Kovalent bağ açıklanırken “elektron ortaklaşması” metaforu hem öğretmenler tarafından kullanılmakta hem de ders kitaplarının açıklamalarında yer almaktadır. Ayrıca açıklamalar Oktet kararlılığına dayandırılarak açıklanmakta olup elektrostatik etkileşimler üzerinde çok fazla durulmaz. Bu durum öğrencilerin zihninde doğru bir kovalent bağlanma tanımı yerine farklı modellerin ve tanımlamaların oluşmasına neden olabilmektedir. Ayrıca ders kitaplarında kovalent bağlanma için “ip” analogisinin kullanılması ve molekül çizimlerinde atomlar arasına çizilen çizgiler, öğrencilerin kovalent bağlanmayı zihinlerinde soyut bir cisim olan ip ile özdeşleştirmelerine neden olabilmektedir. Bunun dışında Türkçede bağ kelimesi günlük dilde farklı anlamlara da (ayakkabı bağı, üzüm bağı gibi) gelmekte olup bu durum öğrencilerin bağ tanımlamalarında zihinlerinin karışmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle konu öğretimi sonrasında ortaöğretim öğrencilerinin kovalent bağlanmayı nasıl algıladıklarının, kovalent bağı tanımlamalarında bilimsel bir dil kullanıp kullanmadıklarının incelenmesi ve ayrıca zihinlerinde kovalent bağı ne ile özdeşleştirdiklerinin anlaşılması oldukça önemlidir.

Her ne kadar metafor ve analogi kavramlarının zaman zaman birbiri yerine kullanıldığı görülse de metafor ve analogi farklı kavramlardır. Metafor Türkçe’de “mecaz” anlamına gelmekte olup, bir şeyi başka bir şeye göre anlamlandırmak olarak ifade edilir (Lakoff & Johnson, 2005; akt. Köseoğlu, 2017). Metaforlar bazen kelimelerin yetmediği yerde veya anlatımın kuvvetlendirilmesi gerektiğinde kullanılır ve bu karşılaştırma örtük bir şekilde yapılır. Analogi kelimesi ise Türkçe’de “benzeşim” anlamına gelmekte olup karşılaştırma açıkça yapılır. Analogi yabancılik çekilen bir olgunun bilinen benzer olgularla açıklanmasına yardımcı olur.

1.2. Araştırmanın Problemi

Kovalent bağlanmanın açıklanması amacıyla çeşitli teori ve modeller geliştirilmiş olması öğrencilerin zihinlerinde kovalent bağlanma ile ilgili farklı zihinsel modeller oluşmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan kullanılan metafor ve analogiler öğrencilerin zihinlerinde kovalent bağı farklı şekilde somutlaştırmalarına da neden olabilir. Bütün bu farklı deneyimler öğrencilerin kovalent bağı nasıl algıladıkları üzerinde etkili olmaktadır. Bu düşüncelerden yola çıkarak belirlenen çalışmanın amacı ve araştırma problemleri aşağıda verilmiştir.

10. Sınıf ortaöğretim öğrencilerinin kovalent bağlanmaya yönelik yapılan öğretim sonrasında kovalent bağı nasıl algıladıkları, kovalent bağı tanımlamada kullandıkları metaforlar ile kovalent bağı zihinlerinde ne ile özdeşleştirdiklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca bağlı olarak çalışmanın problemleri şunlardır.

1. Ortaöğretim 10. Sınıf öğrencileri kovalent bağlanmayı deneyimlerine bağlı olarak nasıl algılamaktadırlar?
2. Ortaöğretim 10. Sınıf öğrencilerinin kovalent bağı tanımlarken kullandıkları kavramsal metaforlar nelerdir?
3. Ortaöğretim 10. Sınıf öğrencilerinin kovalent bağına yönelik yaptıkları benzeşimler nelerdir?

2. Yöntem

Çalışmanın modeli, örnekleme, veri toplama aracı ve verilerin analizi aşağıda ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

2.1. Çalışmanın Modeli

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden fenomenografi kullanılmıştır. Marton (1981) tarafından deneyimlerin tanımı, analizi ve anlaşılmasını amaçlayan araştırmalar fenomenografik çalışma olarak adlandırılmıştır. Marton (2005) fenomenografinin sadece deneyimlenen ve düşünülen fenomenlerle ya da fenomeni yaşayan veya düşünen insanlarla ilgili olmadığını belirterek fenomenografide çıkış

noktasının daima ilişkisel olduğunu ve fenomenografinin ilişkisel, deneysel, içerik odaklı ve nitel açıklamalar sunduğunu belirtmiştir. Ayrıca, araştırmacılar tarafından üzerinde durulan şeyin hem sorunun hem de çalışmanın konusunun bir işlevi olması gerektiğini ifade etmiştir. Dolayısıyla, birey ile fenomen arasındaki ilişkinin en temel ve ayırt edici yapısal yönleri aranır ve içinde çeşitli anlayış kategorilerinin bulunduğu yapısal çerçevenin keşfedilmesi önemlidir (Marton, 2005, s. 146). Fenomenografik araştırmada temel amaç, belirli bir olgu ile ilgili algıları ortaya çıkarmak ve bu algıları kavramsal kategorilere göre sınıflandırmaktır. Algı, dış dünyadan gelen uyarıların, zihinsel olarak yorumlanması olarak da tanımlanabilir. Algılar; ne gördüğümüzü, nasıl yorumladığımızı, neye inandığımızı, nasıl davrandığımızı bize gösterir (Bakan & Kefe, 2012).

2.2. Çalışmanın Örnekleme

Çalışmaya 184 kız ve 113'ü erkek olmak üzere toplam 297 onuncu sınıf öğrencisi katılmıştır. Çalışma grubunun belirlenmesinde uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz, & Demirel, 2012). Çalışmanın fenomenografik bir araştırma olması nedeniyle örneklemin farklı deneyimlere sahip öğrenci guruplarından oluşturulmasına dikkat edilmesi gerekir. Buradaki farklı deneyim kimya derslerini aldıkları öğretmenlerin farklı olması ve farklı okul türlerinde öğrenim görmeleridir. Bu nedenle maksimum çeşitlemeye de dikkat edilerek, üç farklı okul türünden ve beş farklı okuldan öğrenciler örnekleme alınmıştır. Okul türü olarak Anadolu lisesi, fen lisesi ve meslek lisesindeki öğrenciler seçilirken, ayrıca farklı Anadolu liseleri örnekleme dahil edilerek çeşitlilik sağlanmıştır. Anadolu liselerinin seçiminde akademik başarı düzeyleri farklı öğrencilerin devam ettiği okullara örnekleme yer verilmiştir. Çalışmada yer alan okulların isimleri verilmemiş isimler yerine aşağıda yer alan kodlar kullanılmıştır. AL1, Akademik başarısı oldukça yüksek bir Anadolu lisesi; AL2, Akademik başarısı düşük bir Anadolu lisesi; AL3, Akademik başarısı orta düzeyde olan bir Anadolu lisesi; FL, Fen lisesi; ML, Meslek Lisesi. Örnekleme yer alan öğrencilerin okul türlerine göre nasıl dağıldığı Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1
Ortaöğretim Öğrencilerinin Okul Türlerine Göre Dağılımı

Okul Türü	Cinsiyet (f)		Toplam
	Kadın	Erkek	
AL1	24	26	50
AL2	21	22	43
Fen Lisesi	36	23	59
AL3	37	42	79
Meslek Lisesi	66	-	66
Toplam	184	113	297

2.3. Veri Toplama Araçları

Çalışmanın kapsamlı bir projenin bir kısmına ait olması nedeniyle, veriler tüm proje için veri toplamak amacıyla geliştirilen iki sayfalık ölçek ile bir seferde toplanmıştır. Burada sadece çalışmanın kovalent bağlanma ile ilgili kesitine yönelik bulgularına yer verilmiştir. Çalışma için iki sayfalık ve iki aşamalı bir ölçme aracı araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Ölçme aracı geliştirilmesi aşamasında öncelikle alanyazın taraması yapılarak ortaöğretim öğrencilerinin kimyasal bağlar ve bağ türlerine yönelik, algı, metafor ve benzeşimlerin birlikte incelendiği bir çalışma olup olmadığı araştırılmıştır. Bu tür bir çalışmaya rastlanmaması sonucunda, kimyasal bağlar ve kimyasal bağ türlerine yönelik diğer çalışmalar incelenmiştir. Bu şekilde bir araştırma metafor ve algının ortaya çıkarılması için öğrencilerden doğrudan bir tanımlanmanın isteneceği açık uçlu soruların uygun olacağına karar verilmiştir. Ayrıca ortaöğretim dokuzuncu ve onuncu sınıf kimya ders kitabı incelenmiştir. Uzman görüşünün alınmasından sonra taslak ölçme aracı oluşturulmuştur. İki kimya öğretmeni ile yapılan görüşme ile ölçme aracının kapsam geçerliliği sağlanmıştır. Sonrasında bir pilot uygulama gerçekleştirilerek, ölçme amacının çalışmanın amacına hizmet edip etmediği incelenmiştir. Pilot verilerin analizi sonucunda, bu tür bir ölçme aracı ile araştırma sorularına yanıt oluşturabileceği belirlenmiştir. Ayrıca soruların sade ve yalın olması nedeniyle, öğrenciler tarafından doğru şekilde algılandığı belirlenmiştir.

Son hale getirilen ölçeğin ilk sayfasında, bağ kavramı ve bağ türleri ile bağ enerjisinin tanımlarının sorulduğu altı açık uçlu soru yer almaktadır. Bu sayfa kullanılarak öğrencilerden veri toplandıktan sonra

ikinci sayfa öğrencilere dağıtılmıştır. İkinci sayfada, ilk sayfadaki kavramları neye benzettiklerine yönelik beş boşluk doldurma sorusu yer almaktadır. Veri toplama aracının bu şekilde hazırlanmasındaki amaç, ilk olarak öğrencilerin kovalent bağ algıları ve tanımlamada kullanılan metaforlar açık uçlu bir soru ile belirleyebilmektir. Daha sonra yöneltilen “kovalent bağ benzer. Çünkü.....” şeklinde bir boşluk doldurma sorusu ile öğrencilerin kovalent bağ ile ilgili benzeşimleri belirlenmiştir. Öğrencilerden kovalent bağa yönelik benzeşim yazmalarından sonra, bir gerekçe yazmalarının istenmesinin nedeni, analizler sırasında benzeşimlerin belirli temalar altında toplanabilmesini sağlamaktır. Veri toplamada etik kurallar dikkate alınarak öncelikle İl Millî Eğitim Müdürlüğü’nden uygulama izni alınmıştır. Öğrencilere uygulama öncesi açıklama yapılarak çalışmaya katılım konusunda gönüllü olup olmadıkları sorularak, sadece kendi isteği ile katılmak isteyenler çalışmaya dâhil edilmiştir.

2.4. Verilerin Analizi

Fenomenografik analizde, bireylerin araştırılacak olan fenomenle ilgili olarak ortaya attıkları tanımlar kategorilere ayrılarak fenomeni deyimlerine bağlı olarak nasıl algıladıkları belirlenir. Bu işlem sırasında içerik analizden yararlanır. Bu şekilde oluşturulan kategori ya da temalar sonucunda elde edilen fenomenlerin farklı yollardan nasıl anlaşıldığı nitel olarak açıklanır ve bunun sonucunda ortaya çıkan kategorilere göre farklı kavrayışlar sistematik olarak ayrılır (Ashworth & Lucas, 1998).

İlk sorunun analizinde öncelikle veriler ayıklanarak kovalent bağ tanımlamasına uyan ve uymayan ifadelerin seçimi yapılmıştır. Daha sonra temalar oluşturularak, oluşturulan temaların ölçütleri belirlenmiş ve bütün öğrenci ifadeleri tekrar tekrar gözden geçirilerek hangi ifadenin hangi tema içinde yer alacağına iki yazar tarafından birlikte karar verilmiştir. Birinci sorunun metaforlar açısından analizinde öğrenci ifadelerinin kovalent bağın örtük şekilde yapılan benzeşimi dikkate alınmıştır. İkinci sorunun analizinde önce öğrencilerin açık şekilde yaptıkları benzeşimleri listelenmiş ve daha sonra bu benzeşimler belirli kavramsal kategoriler altında toplanmıştır. Nitel yöntemle analiz edilen veriler, örneklemin yeterli olması nedeniyle nicel olarak frekans ve yüzde şeklinde ifade edilmiştir.

Analizinin güvenilirliğinin sağlanmasında şu yol izlenmiştir. Öncelikle analiz ile ilgili ölçütler belirlenmiştir. Bu amaçla her iki yazar tüm kâğıtları birlikte inceleyip ölçütlere karar verdikten sonra birinci sorunun analizi her iki yazar tarafından ayrı ayrı yapılmıştır. Daha sonra bir araya gelerek çelişkili kalan durumlar konu alanı uzmanı birinci yazar ile tartışılarak temalar son haline getirilmiştir. Böylece yazarlar arasında tam uyum sağlanmıştır. Sonra tüm ifadeler her iki yazar tarafından tekrar incelenerek temalar içine yerleştirilmiştir. Daha sonra birinci yazar kovalent bağ teorilerini, kovalent bağa yönelik metaforları ve bu konuda yapılan çalışmalarını dikkate alarak temaları ve tablolarını oluşturmuştur.

3. Bulgular

Bulgular her bir araştırma problemine yanıt oluşturacak şekilde ayrı başlıklar halinde aşağıda sunulmuştur.

3.1. Birinci Alt Probleme Ait Bulgular

Birinci araştırma probleminde orta öğretim 10. Sınıf öğrencilerinin kovalent bağlanmayı nasıl algıladıkları incelenmiştir. Bu amaçla, öğrencilerin kovalent bağa yönelik yaptıkları tanımlar analiz edilmiştir. Bu analize ait bulgular Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2
Öğrencilerin Kovalent Bağ İle İlgili Algıları

Tema	İfadeler	AL1	AL2	FL	AL3	ML	Toplam		
		f	%	f	%	f	%	f	%
Ametal-ametel arasında	Ametal-ametel arasında kurulan bağıdır.	27	6	17	43	13	106	111	37.4
	Ametal-ametel maddelerin/ elementlerin/ bileşiklerin yaptığı bağıdır.	2	-	3	-	-	5		
Elektron ortaklaşması	Elektronlarının ortaklaşa kullanılmasıyla oluşan bağ	17	17	35	9	20	98	100	33.7
	Ametal olan element veya bileşik arasında elektron ortaklaşması ile gerçekleşen bağıdır.	1	-	1	-	-	2		
Ametal-ametel atomu arasında	İki ametal atomu arasında kurulan kimyasal bağ çeşididir.	5	-	20	-	-	25	37	12.5
	İki ametal atomunun ortaklaşa elektron kullanmak üzere birleşmesine denir.	2	-	10	-	-	12		
İyonlar arası	Ametal-ametel iyonları arasında görülen bağıdır.	3	-	-	-	10	13	33	11.1
	Ametal iki iyon arasında elektron ortaklaşması ile gerçekleşen bağıdır.	1	-	-	-	-	1		
	İyonlar arasında gerçekleşir.	3	1	-	15	-	19		
Elektron alışverişi	Elektron verilmesi ile gerçekleşir.	3	-	-	-	3	6	13	4.4
	Elektron alışverişi ile gerçekleşir	-	-	-	-	5	5		
	Elektron ve protonların alışverişi ile gerçekleşir.	-	-	-	1	1	2		
Molekül oluşumu	Molekülde atomları bir arada tutan kuvvetler olarak ifade edenler.	-	-	3	-	-	3	6	2.0
	Sonucunda molekül oluşturur.	1	-	1	-	-	2		
	Elektronlarını ortaklaşa kullanılmasıyla molekül veya atomlar arasında kurulan bağ.	1	-	-	-	-	1		
Kararlılık	İki ametalin asal gazlara benzemek amacıyla elektronları ortaklaşa kullanılması sonucu oluşan bağlardır.	1	1	1	-	-	3	4	1.4
	İki atomun kararlı hale geçmek için elektronlarını ortaklaşa kullanmasıdır.	1	-	-	-	-	1		

Tablo 2 incelendiğinde, öğrencilerin kovalent bağ kavramını tanımlarından yola çıkılarak oluşturulan temalar ve temalara ait ifadeler ve frekanslar yer almaktadır. Temaların ametal-ametel arasında, elektron ortaklaşması, ametal- ametal atomları arasında, iyonlar arası, elektron alışverişi, molekül oluşumu ve kararlılık temaları olmak üzere yedi başlık altında toplandığı görülmektedir. Öğrencilerin yanıtlarının %37.4'ünün 'ametel-ametel arasında' ve %33.7'sinin 'elektron ortaklaşması' temalarında yer almaktadır. İlk tema olan "ametel-ametel arasında" oluşma teması altında yer alan ifadeler incelendiğinde, öğrencilerin bir kısmının kovalent bağlanmanın atomlar arasında olduğunu ifade etmek yerine farklı maddeler ve hatta bileşikler arasında olabileceğini ifade ettikleri görülür.

İkinci tema olan elektron ortaklaşmasında ise 'elektronların ortaklaşa kullanılmasıyla oluşan bağ', 'ametel olan element veya bileşik arasında elektron ortaklaşması ile gerçekleşen bağ' ifadelerinin yer aldığı görülmektedir. Öğrencilere 'elektronların ortaklaşması ile oluşan 'bağ türüne' ait ifadesine bütün okul türlerinde rastlanılmıştır. Yine bu tema altında kovalent bağlanmanın atomlar arasında oluşması yanında maddeler arasında oluşabileceğine yönelik ifadelerin de yer aldığı görülür.

Ayrıca, Tablo 2'ye bakıldığında, öğrencilerin % 11.1'inin kovalent bağın iyonlar arasında oluştuğunu düşündükleri görülür Bu durum öğrencilerin kovalent bağı iyonik bağ ile karıştırdıklarının bir göstergesi olabilir. Öğrencilerin sadece %2'sinin açıklamaları "molekül oluşumu" teması altında yer almaktadır. Bunun dışında yer alan kararlılık temasında ise öğrencilerin (%1.4) bağ oluşumunu 'Oktet kuralına' dayanarak bağ oluşumunu soy gazlara benzemeye dayandırdıkları görülür.

3.2. İkinci Alt Probleme Ait Bulgular

Ortaöğretim 10. Sınıf öğrencilerinin kovalent bağı/kovalent bağlanmayı tanımlarken kullandıkları kavramsal metaforların neler olduğuna yönelik ikinci araştırma problemine yanıt bulmak üzere öğrencilerin kovalent bağ ile ilgili tanımları öncelikle metaforlar açısından analiz edilmiştir. Bu analize ait sonuçlar Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3
Öğrencilerin kovalent bağ ile ilgili kavramsal metaforları

Metaforlar	Örnek İfadeler	Kız		Erkek		Toplam	
		f	%	f	%	f	%
Ortaklaşa kullanım	Ortaklaşa elektron kullanılmasına denir	12	8	22	7.4		
	Bağların İyonları ortaklaşa kullanımı	1	-				
	Kovalent bağ bir elementi ortaklaşa kullanmak	1	-				
Birleşme	Ametal- ametal maddelerin birleşimi	3	1	7	2.4		
	Aynı iki maddenin birleşimidir	1	-				
	İki bağın birleşmesi	-	1				
	İyonların birleşmesi	1					
Etkileşim	Ametal -ametal etkileşimidir.	1	1	4	1.4		
	Elektron ortaklaşmasına dayanan güçlü etkileşimdir.	2	-				
Paylaşım	İki atom arasında bir veya daha fazla elektronun paylaşılmasıdır.	1	1	3	1.0		
	İki atom arasında bir veya daha fazla elektronun paylaşılmasıdır	1					
Alışveriş	Kovalent bağ iki atom arasında elektron alışverişi olmasıdır.	1	1	2	0.7		
Güç	İki atomun birleşmesi sonucu ortaya çıkan maddeyi bağlayan güç	-	1	1	0.3		
Birbirine bağlanma	Ametal ve Ametal birbirine bağlanmasıdır	1	-	1	0.3		
Kuvvet	Molekülde ve bileşikte atomları bir arada tutan kuvvetlere denir.	-	1	1	0.3		
Eşlenme	Ametal-ametal eşlenmesi	-	1	1	0.3		

Tablo 3 incelendiğinde, öğrencilerin “kovalent bağ” ile ilgili tanımları sırasında yaptıkları metaforların dokuz farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunlardan en fazla kullanılan “ortaklaşa kullanım” (% 7.4) metaforunda öğrencilerin büyük çoğunluğu kovalent bağlanmayı “ortaklaşa elektron kullanılmasına” benzettikleri görülür. Bunun dışında öğrencilerin kovalent bağlanmayı “iyonların ortaklaşa kullanımı” ya da “elementin ortaklaşa kullanımı” şeklinde düşündükleri de belirlenmiştir. Bunların dışında diğer metaforlardan “birleşme” metaforu için öğrencilerin kovalent bağlanmayı “ametal-ametal maddelerin birleşimi” şeklinde düşündüklerini göstermektedir. Bazı öğrenciler tarafından kovalent bağlanmanın bir etkileşim olarak düşünüldüğü “etkileşim” metaforu altında yer alan ifadelerden görülmektedir. Daha az tercih edilen diğer metaforlar ise “paylaşım”, “alışveriş”, “güç”, birbirine bağlanma”, kuvvet” ve “eşlenme” metaforlarıdır. Paylaşım metaforu altındaki ifadeler incelendiğinde, öğrencilerin kovalent bağlanmayı “elektron paylaşımı” olarak düşündükleri görülür. “Alışveriş” başlığı altındaki ifade de öğrencinin kovalent bağı iki atom arasında elektron alışverişi olması şeklinde düşündüğü belirlenmiştir.

3.3. Üçüncü Alt Probleme Ait Bulgular

10.sınıf öğrencilerinin kovalent bağ ile ilgili benzeşimlerini belirlemek amacıyla öğrencilerden kovalent bağı ile ilgili benzeşimlerini ve yanlarına da, bu benzeşimi yazmalarının nedenini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin kovalent bağa yönelik yazdıkları benzeşimler en yüksek frekanstan başlayarak listelenmiştir. Oluşturulan benzeşim listesi Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4
Kovalent bağ ile ilgili öğrencilerin yaptıkları benzeşimler

Benzeşim	Frekans	Benzeşim	Frekans	Benzeşim	Frekans
Paylaşmak	8	e ortaklaşması	2	Çubuk	1
Kardeşlik	8	Öğrenci	1	Baba	1
Arkadaş	7	Takım oyunu	1	Kardeş Odası	1
İkizler	7	Üzümlü kek	1	Ev	1
Ortaklık	7	Mutluluk	1	Bilezik	1
Elektron	6	Değer	1	İp	1
Mıknatıs	6	Parke Taşı	1	Hava	1
Sevgili	5	Zincir	1	Evlad edinmek	1
Dostluk	5	Martı	1	Halka	1
Üzüm	4	Sevgi	1	Alışveriş	1
El ele tutuşmak	4	Havuçlu kek	1	Yağ- su karışımı	1
Organ Nakli	4	Görücü usulü	1	Kâğıt	1
İyonik bağ	4	Raptiye	1	Fermuar	1
Tren	3	Yapıştırıcı	1	Akraba evliliği	1
Ametal	3	Temel reis	1	Üçlü priz	1
Okul tahtası	2	Süt	1	Ekmeği bölüşmek	1
Erkek Öğrenci yurdu	2	Popülasyon	1	Tren yolu	1
Aşılama	2	Takım oyunu	1	Eşsersiz üreme	1
Evlilik	2	Vagon	1	Yemek masası	1
Su	2	Su-un	1	Alıcı	1
Şarj aleti	2	İnsan	1	Metalik bağ	1
Aile	2	Dayanışma	1	Piknik	1
Sınıf	2	Koalisyon	1	Kitap paylaşımı	1
Kimyasal bağ	2	İmece	1	Su-limon	1
Metal	2	Kanca	1	Molekül	1
Limonata	2	Vagon	1	Yardımlaşma	1
Sarılmak	2	Metal halka	1	Araba	1
Su-şeker	2	Okul	1		
Toplam					164

Tablo 4 incelendiğinde öğrencilerin kovalent bağa yönelik 164 benzeşim yazdığı görülmektedir. Bu benzeşimler içerik analizi sonucunda, belirli temalar altında toplanmıştır. Temaların oluşturulması sırasında benzeşimlerin 30 tanesi için gerekçe yazılmaması ve 3 tanesinin de her hangi bir tema altına girecek açıklamaya sahip olmaması nedeniyle her hangi bir temaya dâhil edilmemişlerdir. Benzeşimlere yönelik açıklamalar dikkate alınarak oluşturulan benzeşim temaları ve dağılımları Tablo 5’de yer almaktadır. Tema altında toplanamayan 33 benzeşim Tablo 5’de yer almamaktadır.

Tablo 5’te yer alan benzeşim temaları incelendiğinde, tüm benzeşimlerin altı tema altında toplandığı görülür. Bu altı tema için toplam 80 çeşit benzeşim türü ve 131 tane de benzeşim bulunmaktadır. En fazla benzeşimin yer aldığı tema “paylaşım/ortaklık” temasıdır. Bu tema oluşturulması ile ilgili ölçüt öğrencilerin kovalent bağı bir şeyin ortak kullanımı ya da paylaşımı şeklinde düşünme fikrine dayandırılmıştır. Bu durum bütün benzeşimler için yazılan öğrenci ifadelerinde açıkça görülmekte olup, bu ifadeler incelendiğinde ‘paylaşım’ kategorisinin bağ oluşumunda ametal atomlarının elektron ortaklaşması fikrine dayandırdıkları görülür. Bu tema altında en fazla tekrarlanan (8) benzeşimin, tema ile aynı ismi alan kovalent bağın “paylaşma” benzetilmesidir. Bu benzeşime ait örnek bir öğrenci ifadesi aşağıda sunulmuştur.

Tablo 5
Öğrencilerin kovalent bağ ile ilgili yaptıkları benzeşimlerin temalara göre dağılımı

Tema	Benzeşim (Analoji)	Benzim Türü Sayısı	Benzeşim Sayısı
Paylaşım/ ortaklık	Paylaşmak (8), İkizler (7), Arkadaşlık (6), Ortaklık (3), Evlilik (2), Su (2), Okul tahtası (2), Aile (2), Piknik (1), Kitap paylaşımı (1), Dayanışma (1), İmece (1), Evlat edinmek (1), Halka (1), Elektron ortaklaşması (2), Üçlü piriz (1), Takım oyunu (1), Martı (1), Kardeş odası (1), Sevgi (1), Ekmeği bölüşmek (1), Ev (1), Görücü usulü (1), Alış-veriş (1), Mutluluk (1), Değer (1), Metalik bağ (1), Yardımlaşma (1), Sınıf (1), Şarj aleti (1), Yemek masası (1)	32	55
Birleşme (oluşum)	Sevgili (5), Dostluk (5), El ele tutuşma (4), Üzüm (3), Tren (3), Sarılmak (2), su ve şeker (2), Hava (1), Aşılama (2), Erkek yurdu (2), Su ve un (1), Su ve limon (1), Süt (1), Popülasyon (1), Ametal (1), Akraba evliliği (1), Tren yolu (1), Molekül (1), Yağ-Su karışımı (1), Kanca (1), Araba (1), Parke taşı (1), Üzümlü kek (1), Raptiye (1), Havuçlu kek (1), Yapışkan (1), Limonata (1), Alıcı (1), Koalisyon (1), Vagon (1)	30	49
Çekim	Mıknatıs (5), Arkadaş (2), Kardeş (2), Zincir (2), Yapıştırıcı (1), Sevgili (1),	6	13
Güç	Çubuk (1), Baba (1), İp (1), Kâğıt (1), Metal halka (1), Zincir (1), Temel Reis (1)	7	7
Aynı olma	İyonik bağ (3), Eşsiz üreme (1), Kimyasal bağ (1), Fermuar (1),	4	6
Özellik	Şeker-su (1)	1	1
Toplam	-	80	131

“Kovalent bağ paylaşmaya benzer. Çünkü ortak kullanım söz konusudur.”

Tablo 5’de yer alan “paylaşım/ortaklık” teması altında yer alan ve yine en fazla tekrarlanan (6) “arkadaşlık” benzeşimi ile ilgili ifadeler incelendiğinde öğrencilerin yine bu benzeşimi elektronların kovalent bağ oluşumunda ortak kullanımı veya paylaşımına benzettikleri görülür. Bununla ilgili örnek ifadeler aşağıda verilmiştir.

“Kovalent bağ arkadaşlığa benzer. Çünkü elinde olanları ortak bir şekilde kullanabilmektedir.”

“Kovalent bağ arkadaşlığa benzer. Çünkü eşyaları ortaklaşa kullanırlar, atomların elektronları ortaklaşa kullandığı gibi.

Bu durum paylaşım/ortaklık teması altında yer alan diğer benzeşimlerde de görülmekte olup “ortaklık” benzeşimine yönelik örnek ifade aşağıda verilmiştir.

“Kovalent bağ ortaklık yapmaya benzer. Çünkü kovalent bağda elektronlar ortak kullanılır.”

İkinci benzeşim teması olan ‘birleşme/ oluşum’ ise 30 farklı benzeşim türü içermekte olup toplam 49 benzeşim bulunmaktadır. Bu tema altında en fazla “sevgili” (5), “dostluk (5)”, “el ele tutuşma” (4), “üzüm” (3) ve “tren” (3) benzeşimleri kullanılmıştır. Bu tema oluşturulurken öğrencilerin ifadeleri incelendiğinde kovalent bağ oluşumunda ametal atomlarının bir arada tutulması, benzer atomların/ şeylerin birleşmeleri veya bağlanmaları veya yeni bir şeylerin oluşması düşüncesinin yer aldığı görülmüştür. Öğrencilerin bu tür benzeşimlere ait örnek ifadeler aşağıda verilmiştir.

“Kovalent bağ sevgiliye benzer. Çünkü ayrılmazlar.”

“Kovalent bağ dostluğa benzer. Çünkü ortak değerlerde birleşirler.”

“Kovalent bağ üzüme benzer. Çünkü aynı madde bir arada olur.”

“Kovalent bağ trene benzer. Çünkü vagonlarda benzer şekilde bağlanır.”

“Kovalent bağ parke taşına benzer. Çünkü aynı yapılı olduğu şeylerle birleşir.”

“Kovalent bağ un ve suya benzer. Çünkü ikisi farklı maddeler ama birleşince ortaya farklı bir madde çıkıyor.”

“Kovalent bağ raptiyeye benzer. Çünkü iki atomu tutar.”

“Kovalent bağ aşılama benzer. Çünkü 2 farklı ağacı tek bir atom gibi birleşir.”

Üçüncü tema olan “çekim” teması altında 6 farklı benzeşim türü ve toplam 13 benzeşim bulunmaktadır. Bu tema oluşturulmasında dayanan ölçüt kovalent bağda yer alan atomlar arasındaki çekime benzer bir çekimin benzetilen nesnelere arasında olduğu düşüncesidir. Bu benzeşimlerden en fazla kullanılan ve bu benzeşimi yazan bütün öğrencilerin aynı açıklamayı yazdığı “mıknatıs” (5) ile arkadaş (2) benzeşimlere yönelik örnek ifadeler aşağıda verilmiştir.

“Kovalent bağ mıknatısa benzer. Çünkü zıt kutuplar birbirini çeker.”

“Kovalent bağ arkadaşına benzer. Çünkü aynı kişiler arasında çekim kuvveti olur.”

Dördüncü tema olan “güç” teması altında 7 farklı benzeşim türü bulunmaktadır. Bunların her biri birer kez yazılmış olan “çubuk”, “baba”, “ip”, “kağıt”, “metal halka”, “Temel Reis” ve “zincir” benzeşimleridir. Buradaki benzeşimler kovalent bağlanmanın güçlü bir bağlanma olarak düşünülmesine dayandırılmış olup bu durum aşağıda yer alan öğrencilere ait örnek ifadelerden de görülmektedir.

“Kovalent bağ zincire benzer. Çünkü koparılması zordur.”

“Kovalent bağ Temel Reise benzer. Çünkü kovalent bağ güçlüdür.”

“Kovalent bağ babaya benzer. Çünkü güçlüdür.”

Beşinci tema olan “aynı olma” temasında öğrencilerin kovalent bağı benzettikleri nesne ile aynı şey olduğunu düşünmelerine dayanmaktadır. Dört farklı benzeşim türünün ve toplam 6 benzeşimin yer aldığı bu tema altında “eşsiz üreme”, “fermuar”, “iyonik bağ” ve “kimyasal bağ” benzeşimleri bulunmaktadır. Bu benzeşimlere yönelik örnek ifadeler aşağıda verilmiştir.

“Kovalent bağ iyonik bağa benzer. Çünkü ikisinde de bağ elementleri birleştirir.”

“Kovalent bağ iyonik bağa benzer. Çünkü ikisinde de ametal var.”

“Kovalent bağ fermuara benzer. Çünkü ikisi de aynıdır.”

“Kovalent eşsiz üremeye benzer. Çünkü ikisi de ametaldir. Tek tür var.”

Son tema olan “özellik” temasında sadece bir benzeşim yer almakta olup bu da “şeker-su” benzeşimidir. Burada bir öğrenci benzeşimi kovalent bağ ile oluşan maddelerin özelliklerine benzetmeye çalışmıştır. Bu ifade de hem benzeşim hem de kovalent bağın elektrik iletimi doğru olmamakla birlikte benzeşimi göstermek adına yazılan ifade aşağıda verilmiştir.

“Kovalent bağ şekerli suya benzer. Çünkü elektriği iletir.”

4. Sonuçlar ve Tartışma

Çalışmada öğrencilerin kovalent bağ ile ilgili tanımlamalarının ametal-ametal arasında, elektron ortaklaşması, ametal- ametal atomları arasında, iyonlar arası, elektron alışverişi, molekül oluşumu ve kararlılık temaları olmak üzere yedi farklı tema altında toplandığı sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle ‘ametal-ametal arasında’ ve ‘elektron ortaklaşması’ temalarında yoğunlaşma olduğu belirlenirken, molekül oluşumu ve kararlılık temasında daha az kullanıldığı belirlenmiştir. Ametal-ametal arasında oluşma teması incelendiğinde bu sonuç kovalent bağın ‘ametal-ametal arasında kurulan bir bağ türüdür.’ ifadesinin bütün okul türlerine devam eden öğrenci ifadelerinde yer aldığı görülmüştür. Bu durum ders kitaplarının kovalent bağı açıklamak için kullandığı ifadeler ile benzerlik göstermektedir. Örnekleme yer alan öğrencilerin MEB tarafından dağıtılan benzer ders kitabı kullanmaları nedeniyle bu noktada ortak bir deneyime sahip oldukları söylenebilir. Diğer taraftan öğrencilerin ametal atomları arasında kovalent bağ oluşumu yanında önemli bir kısmının bu bağlanmayı element ve bileşikler arasında oluştuğunu ifade etmeleri, öğrencilerin atom, molekül, iyon gibi kavramları anlama konusunda eksikliklerinin olduğunu göstermektedir.

Öğrencilerin ifadelerinde kovalent bağın oluşumunda iki ametal atomunun arasında paylaşılan elektronların her iki atomun çekirdeği etrafında oluşturduğu çekim gücüne açıklamalarında yer vermedikleri ve elektrostatik çekimlerden bahsedilmediği belirlenmiştir. Bu sonuç, Şendur (2014) tarafından öğretmen adayları ile yürütülen çalışma sonuçlarına benzerlik göstermektedir. Şendur (2014),

öğretmen adaylarının hiçbirinin kovalent bağ oluşumunda çekirdek ile bağ elektronları arasındaki elektrostatik etkileŐimlerden bahsetmedikleri ve bu durumun olası bir nedeninin Türkiye'de kimya öğretmenleri tarafından yaygın olarak kovalent bağlı moleküllerin yapıları çizilirken bağların çizgi ile gösterilmesine bağlanabileceğini belirtmiştir. Elektrostatik etkileŐimlerin bağ açıklamalarında yer almaması sadece kovalent bağlar için değil tüm diğer bağ türleri için söz konusu olduğu alan yazında belirlenen sonuçlar ile örtüŐmektedir (Taber, Tsaparlis, & Nakiboğu, 2012).

Öğrencilerin kovalent bağı tanımlamalarında çok fazla kullandıkları ikinci bir ifade "elektron ortaklaşması" dır. Bu ifadeler incelendiğinde öğrencilerin kovalent bağ tanımlamalarında 'elektronların ortaklaşa kullanılmasıyla oluşan bağ', 'ametale olan element veya bileşik arasında elektron ortaklaşması ile gerçekteŐen bağ' ifadelerinin yer aldığı görülmektedir. Öğrencilerin kovalent bağlanma için 'elektronların ortaklaşa kullanılması ile oluşan bağ türü' şeklindeki ifadesine bütün okul türlerinde rastlanılmıştır. Bu ifadeyi kullanan öğrencilerin ise elektronların ortaklaşması konusu ile ilgili ders kitaplarında rastlanan metaforu kullandıkları görüldürken, bağın bu elektronların çekim gücü sayesinde oluŐtuđu konusunun yine burada da göz ardı edildiği anlaŐılmaktadır. Taber (1998), kovalent bağ için çoğu yerde elektron paylaŐımının referans gösterildiğini ve bazı durumlarda bunun kovalent bağın yeterli bir açıklaması olarak görüldüğünü belirtmiştir. Bu düşünce "paylaŐımın bir tür kuvvet olarak" düşünülmesinden çok, elektronlar paylaŐtıđu için atomların bir arada tutulduğu şeklinde bir düşünmeye neden olmaktadır. Aynı zamanda kovalent bağın açıklanmasında çoğunlukla "Oktet Kuralı" veya "soygas düzenine ulaŐama isteği" açıklayıcı bir ilke olarak kullanılmaktadır. Coll ve Treagust (2002), öğrencilerin kovalent bağlanmayı elektronların paylaşılmasından kaynaklandığını ve bu sürecin arkasındaki itici gücün Oktet kararlılığına ulaşmak olduğunu düşündüklerini belirlemişlerdir.

Öğrencilerin bir kısmının kovalent bağın iyonlar arasında oluştuğunu düşündükleri belirlenmiştir. Bu durum kovalent bağı iyonik bağ ile karıŐtırdıklarını göstermektedir. İki bağ türünün birbirine karıŐtırıldıđı diğer araştırmacılar tarafından da belirlenen kovalent bağlanmaya ilişkin benzer bir sorundur (Luxford & Bretz, 2014). Öğrencilerin çok az bir kısmının açıklamalarında moleköl oluŐumundan bahsettikleri çalışmada ulaŐılan diğer bir sonuçtur. Bu durum kovalent bağlanma ile moleköl oluşumunun gerçekteŐmesini az sayıda da olsa öğrencinin zihinlerinde doğru bir şekilde yapılandığını göstermektedir. Bu açıklamayı yapan öğrencilere bakıldığında çoğunun fen lisesine devam eden öğrenciler olduğu görülmektedir. Fen liseleri hem akademik başarısı yüksek hem de fen alanlarına ilgisi olan öğrencilerin devam ettiği bir okul türüdür (Pesen, Oral, & Epçaçan, 2020). Bu nedenle bu grubun bilimsel bilgiyle olan deneyimleri diğer okul türü öğrencilerine göre daha yüksek olacağı açıktır.

Öğrencilerin kovalent bağ ile ilgili metaforlarına bakıldığında, yine tanımlarında yer alan "elektron ortaklaŐmasının" metaforlarında da yer aldığı görülür. Bu durum yukarıda da açıklandığı gibi kitaplarda yer alan elektron ortaklaşması metaforundan kaynaklanmaktadır. OrtaklaŐma metaforu altında iki tane yanlış kavramaya rastlanılmıştır. Bu öğrencilerin "kovalent bağı bir elementi ortaklaşa kullanması" ve "iyonların ortaklaşa kullanımı" şeklindeki düşüncelerdir. Öğrencilerin bir kısmı kovalent bağı güçlü bir bağ olarak görmesine rağmen, bir kısmı kovalent bağlanmayı "etkileşim" olarak ifade etmektedirler. Bu durum yine ders kitaplarında bağlar ve moleküller arası kuvvetler ifade edilirken zaman zaman etkileşim kelimesinin kullanılması ile iliŐkilendirilebilir. "Etkileşim" metaforu, öğrencilerin genel olarak "kimyasal bağ" tanımlamasında da kullanılan bir metafor olduğu Nakiboğu ve Yıldırım(2019) tarafından belirtilmiŐ olup bu durum derslerde kimyasal bağların tanecikler arası etkileŐimlerden oluŐtuđunun vurgulanmasına bađlanılmıŐtır.

Öğrencilerin kovalent bağa yönelik benzeşimleri ile ilgili sonuçlara bakıldığında, öğrencilerin benzeşim ifadelerinin altı tema altında toplandığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu temalardan en fazla benzeşimin yer aldığı tema "paylaşım/ortaklık" temasıdır. Bu tema oluşturulurken, öğrencilerin kovalent bağı bir Şeyin ortak kullanımı ya da paylaşımı şeklinde düşünmelerine dayanmaktadır. Bu benzeşimler, öğrencilerin kovalent bağ ile ilgili tanımlamalarında kullandıkları ve Taber (1998) tarafından yukarıda açıklanan kovalent bağın öğrenciler tarafından "elektron ortaklaşması" tanımı ile de örtüŐmektedir. Yani öğrencilerin kovalent bağ algılarının benzeşimlerini de etkilediği söylenebilir. Benzer duruma Şendur (2014) tarafından yürütölen çalışmada da ulaŐılmıŐ olup kimya öğretmen adaylarının elektronların paylaŐımını çekirdek-elektron etkileşimleri yerine 'kuvvet' olarak gördükleri ifade edilmiştir.

Öğrenciler tarafından kullanılan diğer benzeşimlerden 'birleşme/ oluşum' benzeşimi ile öğrencilerin kovalent bağ oluşumunun bazı türleri bağladığını düşündükleri görülmektedir. Benzeşimler incelendiğinde öğrencilerin bir kısmının kovalent bağların atomları bağladığı ve kovalent bağ

oluşumunun yeni maddeler ortaya çıkardığı gibi doğru düşüncelere sahip olduğunu göstermektedir. Benzer durum “çekim” ve “güç” teması altında yer alan benzeşimler için de söylenebilir. Az sayıda da olsa öğrencilerin bir kısmının kovalent bağın atomlar arasındaki çekime dayandığı ve kovalent bağın güçlü bir bağ olduğunu düşündüğü sonucuna ulaşmıştır.

Çalışmanın sonuçlarından yola çıkarak şu önerilerde bulunulabilir.

1. Kovalent bağ öğretimi sırasında konuyu basitleştirmek adına “elektron ortaklaşması” metaforu sıklıkta kullanılmaktadır. Bu durum öğrencilerin kovalent bağlanmanın altında yatan esas neden olan elektrostatik etkileşimleri doğru anlamalarını engelleyebilmektedir. Bu nedenle bu metaforun çok dikkatli kullanılması gerekmektedir. Ayrıca bağ oluşumundaki temel neden olan elektrostatik etkileşim öncelikli olarak anlatılmalıdır.
2. Kovalent bağ kavramının anlaşılması için atom, element, iyon gibi temel kavramların iyi anlaşılması önemlidir. Bu nedenle kovalent bağın öğretiminden önce öğrencilerin bu kavramları doğru bilip bilmedikleri incelenmeli ve gerekirse tekrar açıklanmalıdır.
3. Kovalent bağlanmada polar bağların bir kovalent bağ türü olmasından çok iyonik ve kovalent bağlanmanın arasındaki farklılıklar ve elektronegativite bağ türü ilişkisi doğru bir şekilde açıklanmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma Balıkesir Üniversitesi tarafından 2018/144 nolu proje ile desteklenmiştir. Yazarlar destek için Balıkesir Üniversitesi'ne teşekkür ederler.

Kaynaklar

- Akkuş, H., Tüzün, Ü. N. & Eyceyurt, G. (2013). Kovalent bağlar konusunda öğrenci imaj ve yanlış kavramalarının belirlenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 14(1), 287-303.
- Ashworth, P. & Lucas, U. (1998). What is 'world' of phenomenography? *Scandinavian Journal of Educational Research*, 42(4), 415-431.
- Arslan, M. M. & Bayrakçı, M. (2006). Metaforik düşünme ve öğrenme yaklaşımının eğitim öğretim açısından incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 171, 100-108.
- Bakan İ. & Kefe, İ. (2012). Kurumsal açıdan algı ve algı yönetimi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(1), 19-34.
- 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.
- Burrows, N. L. & Mooring, S. R. (2015). Using concept mapping to uncover students' knowledge structures of chemical bonding concepts. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(1), 53-66. doi:10.1039/c4rp00180j
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. (21. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Coll, R. K. & Treagust, D. F. (2002). Exploring tertiary students' understanding of covalent bonding. *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 241-267.
- Erman, E. (2017). Factors contributing to students' misconceptions in learning covalent bond. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(4), 520-537.
- Furio, C. & Calatayud, M. (1996). Difficulties with the geometry and polarity of molecules. *Journal of Chemical Education*, 72(1), 36-41.
- Köseoğlu, P. (2017). An analysis of university students' perceptions of the concepts of “water” and “water pollution” through metaphors. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 13(8), 4343-4350.
- Lancor, L. (2015). An analysis of metaphors used by students to describe energy in an interdisciplinary general science course. *International Journal of Science Education*, 37(5-6), 876-902.
- Luxford, C. Y., & Bretz, S.L. (2014). Development of the bonding representations inventory to identify student misconceptions about covalent and ionic bonding representations. *Journal of Chemical Education*, 91, 312-320.
- Marton F. (1981). Phenomenography – describing conceptions of the world around us. *Instructional Science*, 10, 177-200.
- Marton F. (2005). Phenomenography: A research approach to investigating different understandings of reality. In R. R. Sherman & R. B. Webb (eds), *Qualitative Research in Education: Focus and Methods*. London and New York.
- Mirzalar Kabapınar, F. & Adik, B. (2006). Ortaöğretim öğrencilerinin kovalent bağda elektronların konum ve hareketlerini anlama biçimleri. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 23, 205-228.

- Nakiboğlu C. (2003). Instructional misconceptions of Turkish prospective chemistry teachers about atomic orbitals and hybridization. *Chemistry Education Research and Practice*, 4, 171-188.
- Nakiboğlu, C. & Yıldırım, Ő. (2019) 10. Sınıf Öğrencilerinin Kimyasal Bağ ile ilgili Algıları, Kimyasal Bağ Tanımlamada Kullandıkları Metaforlar ve Yaptıkları Benzeşimler. *Journal of Turkish Chemical Society: Section C*, 4(2), 61-80.
- Niaz, M. (2001). A rational reconstruction of the origin of the covalent bond and its implications for general chemistry textbooks. *International Journal of Science Education*, 23(6), 623-641.
- Pesen, A., Oral, B., & Epçaçan, U. (2020). Science High School Students' Perceptions of Science High Schools in Turkey. *Journal of Education and Future*, 17, 39-52.
- Peterson, R.F., & Treagust, D.F. (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.
- Şendur, G. (2014). Are creative comparisons developed by prospective chemistry teachers evidendce of their conceptual understanding? The case of inter- and intramolecular forces. *Chemistry Education Research and Praticce*, 15, 689-719.
- 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*, 34(18), 2843-2873.
- Tsaparlis, G. & Pappa, E. T. (2012). Types of intra- and inter-molecular bonding: the case of general chemistry textbooks, in Proceedings of the ESERA 2011 Conference, C. Bruguière, A. Tiberghien, and P. Clément (eds.), Strand 3. Lyon, France. <http://www.esera.org/publications/esera-conference-proceedings/>
- Yılmaz, A. & Morgil, İ. (2001). Üniversite öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 20, 172 -178.