



10. Sınıf Öğrencilerinin Kimyasal Bağ ile ilgili Algıları, Kimyasal Bağ Tanımlamada Kullandıkları Metaforlar ve Yaptıkları Benzeşimler

Canan NAKİBOĞLU¹   Şafak YILDIRIM²  

Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Balıkesir.

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

MAKALE

<https://dergipark.org.tr/jotcsc>

Öz: Bu çalışmada ortaöğretim öğrencilerinin, kimyasal bağlar konusunu öğrenmelerinden sonra kimyasal bağ kavramını nasıl algıladıkları, kimyasal bağı tanımlamada kullandıkları metaforlar ile kimyasal bağı ne ile özdeşleştirdikleri araştırılmıştır. Bu amaçla geliştirilen iki aşamalı bir ölçme aracı kullanılarak 184'ü kadın ve 113'ü erkek olmak üzere 5 farklı liseye devam eden toplam 297 onuncu sınıf öğrencisinden veri toplanmıştır. İlk aşamada öğrencilerin algı ve metaforlarını belirlemek için kimyasal bağı tanımları istenmiştir. İkinci aşamada öğrencilerin kimyasal bağ ile ilgili benzeşimlerini belirlemek amacıyla üzerinde "kimyasal bağı benzer, çünkü....." yazılı bir soru öğrencilere verilmiştir. Çalışma sonunda öğrencilerin kimyasal bağ algılarının 5 başlık altında ve metaforlarının da 6 kavramsal kategoride toplandığı belirlenmiştir. Öğrenciler tarafından yazılan benzeşimlerin analizi sonucunda, bunların da 7 tema altında toplandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kimyasal Bağ, 10. Sınıf öğrencileri, Analoji, Metafor

10th Grade Students' Perceptions about Chemical Bond, their Metaphors Used in Definition of Chemical Bond and their Analogies

Abstract: In this study, after teaching the subject of chemical bonding how secondary school students perceive the concept of the chemical bond, which metaphors they use to define the chemical bond and what they associate with the chemical bonding were investigated. Data were collected from 297 tenth grade students attending 5 different high schools, 184 female and 113 male, using a two-stage measurement tool developed for this purpose. In order to determine the students' perceptions and metaphors, in the first stage of the scale, students

¹Bu çalışmanın bir kısmı *Uluslararası 30 Ağustos Bilimsel Araştırmalar Sempozyumu*'nda sunulup tam metin olarak basılmıştır.

²Bu çalışma, Şafak Yıldırım'ın yüksek lisans tez çalışmasının bir kısmı olup Balıkesir Üniversitesi BAP birimi tarafından desteklenmiştir.

were asked to define chemical bonding. In the second stage, A question containing the statement "chemical bond is like..... because" was given to the students to obtain their analogies about chemical bond. At the end of the study, it was determined that the chemical bond perceptions of the students were collected under 5 themes and their metaphors were collected in 6 conceptual categories. As a result of the analysis of the analogies provided by the students, it was concluded that these were collected under 7 themes.

Keywords: Chemical Bond, Tenth Grade Students, Analogy, Metaphor

GİRİŞ

Atomların bir araya gelerek elementleri ve maddeleri oluşturması yüzyıllardır kimya alanında çalışan bilim insanlarının ilgisini çekmiştir. Gerçekleştirilen teorik ve deneysel çalışmalar ile kimyasal bağlanmanın doğasını açıklamak üzere araştırmacılarca farklı bağ teori ve modelleri ileri sürülmüştür. Böylece ileri sürülen teori ve modeller doğrultusunda her bir bağ türü ayrı ayrı ele alınarak incelenmiş ve bağ türlerine yönelik farklı modeller (Lewis nokta yapıları, VSEPR gibi) ve kuramsal teoriler (Değerlik Bağ Kuramı, Moleküler Orbital Kuramı gibi) geliştirilmiştir. Bu şekilde oluşturulan kimyasal bağlanma ve bağ türlerine yönelik teorik içerik, üniversite kimya programları ve ortaöğretim kimya derslerinin önemli konularından birini oluşturmaktadır. Diğer taraftan kimya eğitimcileri tarafından gerçekleştirilen kimyasal bağ kavramı ve bağ türlerinin öğrenciler tarafından anlaşılmasına yönelik çalışmalar incelendiğinde, bu konunun üniversite düzeyinden ortaöğretim düzeyine bütün öğrenci gurupları tarafından anlaşılmasında önemli sorunlar olduğu görülmektedir (Birk & Kurtz, 1999; Boo, 1998; Coll and Treagust, 2001; Taber, 1997; Taber, Tsapalis & Nakiboğlu, 2012; Tan & Treagust, 1999).

Kimyasal bağlanma ve farklı bağ türlerinin öğrenilmesine yönelik sorunların kaynağına bakıldığında, öncelikle bu konunun soyut yapısı ve tarihsel gelişim sürecinde birçok farklı model ve teorinin geliştirilip kullanılmasının etkin bir rolü olduğu görülür. Ayrıca bağ kavramı öğretilirken genel olarak öğrenciye bağlanmanın temelinde yatan temel fikirlere hâkim olması sağlanmadan çeşitli bağ türleri sunulur ve bu sunumlar sırasında konu ve ilgili kavramaların öğretimini kolaylaştırmak adına metaforlardan yararlanır. Konuyu ortaöğretim kademesinde daha da basitleştirmek adına analogilerin eklenmesi, öğrencilerin zihnini iyice karıştırmaktadır. Bütün bunların yanında son yıllarda özellikle ülkemizde kimya eğitimi çalışmalarında kimyasal bağ ve türlerine yönelik yanlış kavramaları düzeltmek adına kimya eğitimcileri tarafından yürütülen çalışmalarda bağ türleri ile ilgili metaforlar gerçek bağlanma teorileri yerine kullanılmakta ve üstelik bu metaforlar analogiler ile desteklenmektedir. Zaman zaman bu şekilde yapılan çalışmalar gerek ortaöğretim kimya ders kitabı yazarları tarafından gerekse üniversite hazırlık adı altında çıkarılan ve amacı öğrenciye basit bilgi sunup soru çözdürme olan yardımcı ders kitabı yazarları tarafından kaynak olarak kullanılabilir. Bütün bu kitapları kullanan öğretmenler ve öğrenciler böylece kimyasal bağlanma ile ilgili bu yanlış ifadeleri veya

metaforları doğru bilgiymiş gibi öğrenebilmekte ve bunun sonucunda öğrencilerin zihinlerinde bu tür açıklamalar gerçek bağ teorilerinin yerini alabilmektedir (Nakiboğlu, 2019).

Metafor ve analogi kavramlarının zaman zaman birbiri yerine kullanıldığı görülse de bu iki kavram birbirinden farklıdır. Metafor kelimesi, Türkçe’de “meczaz” anlamına gelmektedir. Metafor bir şeyi başka bir şeye göre anlamlandırmak, ifade etmektir (Lakoff ve Johnson 2005; 25 akt. Köseoğlu, 2017). Bazen kelimelerin yetmediği yerde veya anlatımın kuvvetlendirilmesi gerektirilen bir durumda metaforlar önemli bir iletişim aracı olmaktadır. Araştırmacıların bir kısmı metaforun kavramsal sistemimizi düzenlemede yapısal bir rol oynadığını kabul etmektedir (Aslan & Bayrakçı, 2006). Metaforlar, özellikle karmaşık kavramlar ile ilgili olarak düşünceyi şekillendirebilir. Analogi kelimesi ise Türkçe’de “benzeşim” anlamına gelmekte olup iki alanı açıkça karşılaştırır ve verilmek isteneni doğrudan gösterir. Analogi genel anlamda bilinmeyen, yabancılaşma çekilen bir olgunun bilinen benzer olgularla açıklanmasına yardımcı olur. Bilinen olgu kaynak, bilinmeyen olgu ise hedef olarak nitelendirilir.

Bir metafor, olguları karşılaştırmayı üstü kapalı bir şekilde yaparken analogilerde “benzer” kelimesi ile karşılaştırma açıkça ifade edilir. Bu noktada hem metafor hem de analogilerde bir hedef bir de kaynak kavram olmasına rağmen benzeşimde yapısal olarak hedef ve kaynak arasında bir haritalama yapılır, metaforlarda ise bu şekilde bir haritalama yoktur. Thiele ve Treagust (1991) tarafından benzeşim (analogi) tekniği, öğrencilerin var olan bilgilerinden hareketle yeni bilgiler edinmesine ve böylece yeni bilginin önceki bilgiyle daha çok özümsemesine yardım eden teknik olarak ifade edilmiştir. Ancak birçok araştırmada benzeşim yapılırken hedef ve kaynak kavramın benzerlikleri yanında farklılıkları doğru şekilde açıklanmadığında, öğrencilerin zihninde kargaşaya neden olabildiği hatta öğretimde hedef ve kaynak kavramların yer değiştirebildiği ifade edilmiştir.

Kimyasal bağ türleri açıklanırken bilimsel modellere alternatif olarak geliştirilen bazı kavramsal metaforların kullanıldığı görülmektedir. Kavramsal metafor, fikirler arasındaki temel ilişkiyi temsil eden bilimsel modelleri nasıl yorumladığımız ve uyguladığımız ile ilgilidir (Lancor, 2015). Kovalent bağ açıklanırken “elektron ortaklaşması”, metalik bağ için “elektron denizi” metaforları ile “elektron bulutu” metaforlarının kimyasal bağlarla ilgili konu anlatımları sırasında gerek öğretmen gerekse ders kitapları tarafından sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Kimyasal bağlanma kavramının soyut bir kavram olması nedeniyle öğretim sırasında öğretmenler ve ders kitapları bu metaforik dilin yanında analogilerden yararlanabilmektedirler. Ders kitapları incelendiğinde, kimyasal bağlanmanın bir ip, birbirini çeken insanlar ve iki insan arasındaki ilişki gibi çeşitli analogik resim ve ifadeler ile açıklandığı görülmektedir. Bunların yanı sıra, «bağ» kelimesinin günlük hayatta öğrencilerin karşısına ayakkabı bağı, üzüm bağı gibi somut

ifadelerle çıkması öğrencilerin bağ tanımlamalarında günlük dilin etkisinde de kalmasına neden olabilir. Tüm bunlar öğrencilerin kimyasal bağlanmayı bilimsel bir şekilde zihinlerinde yapılandırmalarına engel olmakta ve hatta zaman zaman bilimsel tanımın yerini metforlar ve analogiler alabilmektedir. Coll ve Taylor (2002), Yeni Zellandalı ortaöğretim, üniversite ve lisansüstü öğrencilerinin kimyasal bağlarla ilgili zihinsel modellerini inceledikleri çalışmalarında, lisansüstü öğrencilerinin metalik bağ ile ilgili bağlanma teorilerini bilmelerine rağmen metalik bağ açıklarken en fazla tercih ettikleri modelin "elektron denizi" modeli olduğunu belirlemişlerdir.

Bütün bu açıklamalar doğrultusunda ortaöğretim öğrencilerinin kimyasal bağ kavramını nasıl algıladıklarının, kimyasal bağ tanımlamalarının hem bilimsel bir dil içerip içermediğinin incelenmesi hem de zihinlerinde kimyasal bağ ne ile özdeşleştirdiklerinin anlaşılması oldukça önemlidir. Bu düşüncelerden hareketle çalışmanın amacı ve araştırma soruları aşağıda açıklandığı şekilde oluşturulmuştur.

Çalışmanın amacı ve alt problemler

Bu çalışmada, ortaöğretim öğrencilerinin kimyasal bağlar konusunu öğrenmelerinden sonra kimyasal bağ kavramını nasıl algıladıkları, kimyasal bağ tanımlamada kullandıkları metaforlar ile kimyasal bağ zihinlerinde ne ile özdeşleştirdiklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda belirlenen çalışmanın alt problemleri şunlardır:

1. 10. sınıf öğrencileri kimyasal bağ kavramını deneyimlerine bağlı olarak nasıl algılamaktadırlar?
2. 10. sınıf öğrencilerinin kimyasal bağ tanımlarken kullandıkları kavramsal metaforlar nelerdir?
3. 10. sınıf öğrencilerinin kimyasal bağ ile ilgili benzeşimleri nelerdir?

YÖNTEM

Bu bölümde çalışmanın modeli, örneklem, veri toplama aracı ve veri analizi ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

Çalışmanın Modeli

10. sınıf öğrencilerinin kimyasal bağ kavramına yönelik algılarının belirlenmesi ve kimyasal bağa yönelik benzeşimlerinin incelemesini amaçlayan bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden fenomenografi kullanılmıştır. Marton (1981) tarafından deneyimlerin tanımı, analizi ve anlaşılmasını amaçlayan araştırmalar fenomenografik çalışma olarak adlandırılmıştır.

Tóth ve Ludányi (2007), her ne kadar bireylerin bir olgu ile ilgili belirli bir bağlamda farklı deneyimleri ve kavramsallaştırmaları olsa ve farklı yollardan algılasalar da, niteliksel olarak bir olgunun farklı kavramsallaştırmaların sınırlı olduğunu belirtmişlerdir. Marton (2005), fenomenografinin insanlar ve çevrelerindeki dünya arasındaki ilişkileri ile ilgilendiğini (Marton, 2005, s. 143) ifade ederek fenomenografi çalışmalarında çıkış noktasının her zaman ilişkisel olduğunu ve fenomenografinin ilişkisel, deneyimsel, içerik odaklı ve niteliksel tanımlamalar sağladığını belirtmiştir. Fenomenografik analizde, bireylerin araştırılacak olan fenomenle ilgili olarak ortaya attıkları tanımlar kategorilere ayrılarak fenomeni deyimlerine bağlı olarak nasıl algıladıkları ortaya çıkarılır. Böylece çeşitli fenomenlerin farklı yollardan nasıl anlaşıldığı nitel olarak açıklanır ve bunun sonucunda ortaya çıkan kategorilere göre farklı kavrayışlar sistematik olarak ayrılır (Ashworth & Lucas, 1998). Bu yöntem, zaman içinde yapılan eğitim araştırmalarında bazı öğrencilerin neden diğerlerinden daha iyi öğrendiklerini anlamakta kullanılan bir yöntem olarak değişmiş ve gelişmiştir.

Fenomenografik araştırmada temel amaç, belirli bir olgu ile ilgili algıları ortaya çıkarmak ve bu algıları kavramsal kategorilere göre sınıflandırmaktır. Diğer taraftan metaforlar, günlük hayatta dış dünyayı ifade etmekte, görselleştirmekte ve algılamakta kullanılır ve deneyimlerimiz aracılığıyla oluşmuş olmaları (Lakoff ve Johnson, 2005: 67; akt. Kelleci, 2014) nedeniyle metaforlar deneyimler ile ilişkilidir. Bu nokta, yürütülen çalışmanın kuramsal çerçevesi ile de örtüşmektedir.

Örneklem

Çalışmada; 2018–2019 eğitim öğretim yılında öğrenim gören 184'ü kadın, 113'ü erkek olmak üzere toplam 297 onuncu sınıf öğrencisi yer almıştır. Çalışma grubunun belirlenmesinde seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden *uygun örnekleme* yöntemi kullanılmıştır. Uygun örnekleme yöntemi, var olan sınırlılıklar nedeniyle örneklemin kolay ulaşılabilir ve uygulama yapılabilir birimlerden seçilmesidir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2012). Ancak örneklem oluşturulurken maksimum çeşitlemeye dikkat edilmiştir. Bu amaçla 3 farklı okul türü olan Anadolu lisesi, fen lisesi ve meslek lisesine devam eden öğrenciler örnekleme dâhil edilmiştir. Ayrıca örnekleme yer alan Anadolu liselerinden AL1, akademik başarısı oldukça yüksek bir Anadolu lisesi iken, AL2 akademik başarısı düşük ve AL3 ise akademik başarısı orta düzeyde olan Anadolu lisesidir. Örnekleme yer alan öğrencilerin okul türlerine göre dağılımı Tablo 1'de sunulmuştur. Çalışmanın fenomenografik bir araştırma olması nedeniyle örneklemin farklı deneyimlere sahip öğrenci guruplarından oluşturulması oldukça önemlidir.

Tablo 1. Örneklemde yer alan öğrencilerin okul türlerine göre dağılımı.

Okul Türü	Cinsiyet		Toplam
	K	E	
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

*Kız meslek lisesi olması nedeniyle bu lisenin örnekleminde erkek öğrenci yer almamıştır.

Veri Toplama

Bu çalışma bir projenin belirli bir kesitini oluşturmaktadır. Projede kullanılan 2 sayfalık ve iki aşamalı şekilde uygulanan bir veri toplama aracının ilk sayfasında, bağ kavramı ve bağ türlerinin hepsi ile bağ enerjisinin tanımlarının sorulduğu 6 açık uçlu soru yer almaktadır. İkinci sayfada, ilk sayfadaki kavramları neye benzettiklerine yönelik 6 boşluk doldurma sorusu yer almaktadır. Projede toplanan verilerin çok fazla olması nedeniyle bu çalışmada sadece öğrencilerin kimyasal bağ kavramını tanımlama ve benzeşimlerine ait veriler sunulacaktır.

İlk aşamadaki soru ile öğrencilerin kimyasal bağ algıları ve tanımlamada kullanılan metaforlar açık uçlu bir soru ile araştırılırken, ikinci kısımda "kimyasal bağ benzer" şeklinde bir boşluk doldurma sorusu ile öğrencilerin kimyasal bağ ile ilgili benzeşimleri belirlenmeye çalışılmıştır. İkinci kısımda ise öğrencilerin, yaptıkları benzeşimlerine yönelik bir gerekçe veya mantıksal dayanak sunabilmeleri ve analizler sırasında tema oluşturmayı doğru şekilde yapabilmeleri adına yaptıkları her benzeşimin yanına "çünkü" yazarak gerekçe sunmaları istenmiştir.

Veri toplamada etik kurallar dikkate alınarak öncelikle Balıkesir İl Millî Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli izinler alındıktan sonra öğrencilere uygulama öncesi açıklama yapılmış ve çalışmaya katılım konusunda istekli olanlar çalışmaya dahil edilmiştir.

Veri Analizi

Marton (2005), fenomenografik araştırma analizi için kesin teknikler olmadığını çünkü insanların belirli fenomeni deneyimlediklerini veya kavramsallaştırdıklarını, niteliksel olarak farklı yolları bulmanın biraz keşif gerektirdiğini ifade etmiştir. Bu keşifler için bir algoritma olmadığı ve analizin ilk aşamasının uygunluk ölçütlerine dayanan bir çeşit seçim prosedürü olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle ilk sorunun analizinde öncelikle veriler ayıklanarak kimyasal bağ tanımlamasına uyan ve uymayan ifadelerin seçimi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra oluşturulan ifadeler havuzunda, kişisel düşünceler içinde yer alan anlamlar ortaya çıkarılmaya çalışılmış ve böylece temalar oluşturulmuştur. Oluşturulan temaların ölçütleri belirlenmiş ve bütün öğrenci ifadeleri tekrar tekrar gözden geçirilerek hangi tema altında yer alacağına karar

verilmiştir. Bu aşamada temalar için yapılan tanımlamalar verilere göre test edilip ayıklanmış ve tekrar test edilip ayıklama yapılandıktan sonra nihayetinde tüm anlam sistemi oluşturulmuştur. Birinci sorunun metaforlar açısından analizi ile ikinci sorunun analizi içerik analizi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İçerik analizinde temel amaç, toplanan verileri açıklayabilecek kavramalara ve ilişkilere ulaşmaktır. İçerik analizi, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde organize ederek yorumlamaktır (Yıldırım ve Şimşek 2008). Metafor analizinde öğrenci ifadelerinin kimyasal bağın örtük şekilde yapılan benzeşimi dikkate alınmıştır. İkinci sorunun analizinde iki yazar tarafından önce öğrencilerin benzeşimleri listelenmiş ve daha sonra bu benzeşimler iki yazar tarafından kavramsal kategoriler altında toplanmıştır. Sonuçlar nicel olarak tablo halinde gösterilmiştir.

Analizinin güvenilirliği şu şekilde sağlanmıştır: Ölçütlere, her iki yazar tüm kâğıtları birlikte inceleyip karar verdikten sonra birinci sorunun analizi ilk olarak ikinci yazar tarafından yapılmış ve çelişkili kalan durumlar konu alanı uzmanı birinci yazar ile tartışılarak analiz kategorileri belirlenmiştir. Sonra tüm ifadeler her iki yazar tarafından tekrar incelenerek kategoriler içine yerleştirilmiştir. Daha sonra birinci yazar bağ teorilerini, bağ metaforlarını ve bu konuda yapılan çalışmaları da dikkate alarak temaların ve bulguların yer aldığı tabloları oluşturmuştur. Nitel yöntemle analiz edilen veriler, örneklemin yeterli olması nedeniyle nicel olarak frekans ve yüzde şeklinde ifade edilmiştir.

BULGULAR

Çalışmanın bu kısmında bulgular, her bir araştırma problemine yanıt oluşturacak şekilde ayrı başlıklar halinde aşağıda sunulmuştur.

Birinci Araştırma Problemine Yönelik Bulgular

10. sınıf öğrencilerinin kimyasal bağ deneyimlerine bağlı olarak nasıl algıladıkları sorusuna yanıt bulmak üzere öğrencilerin kimyasal bağ kavramı tanımları analiz edilmiş ve bulgular Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Kimyasal bağ ile ilgili öğrenci yanıtlarının analizi.

Tema	İfadeler	AL1	AL2	FL	AL3	ML	TOPLAM (N=297)		
		f	f	f	f	f	f	f	%
1	Atomları birbirine bağlayan/ atomlar arasında oluşan bağıdır.	6	5	9	15	14	49	108	36.4
	Atomları bir arada tutmaya yarayan kuvvettir.	4	12	10	16	1	43		
	Atomlar arasında kurulan güçlü etkileşimler	1	-	4	-	-	5		
	Kararlı atomları bir arada tutan bağ	4	-	-	-	-	4		
	Atomlar arasında oluşan güçlü bağ	1	-	2	-	-	3		
	Atomlar arasında kimyasal etkileşimlerle oluşan bağ	1	-	1	-	-	2		
	Atomların bağlanmasını sağlayan yöntemdir.	1	-	-	-	-	1		
	Atomların eşleşmesi yani bağ oluşturması atomlar ortaklaşa kullanılır.	1	-	-	-	-	1		
2	Elementler /bileşikler/ maddeler arasında oluşan bağ	7	3	17	10	7	42	69	23.2
	Kimyasal maddeler arasında yapılan bağ	5	1	-	13	4	23		
	Maddeleri bir arada tutan etkileşimler	1	-	-	-	-	1		
	Bileşikler arasında enerji yardımıyla kurulan kütleçekimdir.	-	-	1	-	-	1		
	Elementlerin çiftleşmesi	-	-	-	1	-	1		
	Element ve bileşiklerin arasında oluşturduğu bağıdır	-	-	1	-	-	1		
3	İki atomun elektron alışverişi yaparak veya elektronları ortaklaşa kullanarak oluşturdukları bağlardır.	4	2	5	1	-	12	17	5.7
	Belirli elementlerin elektron alması veya ortaklaşa kullanılarak oluşan bağlar	-	-	2	-	-	2		
	Maddelerin arasındaki iyon alışverişi, ortaklaşmasına dayanan bağa denir.	-	-	1	-	-	1		
	Elektron alıp verme olayı	-	-	-	-	2	2		
4	Moleküller arasında oluşan bağ.	4	9	-	1	2	16	16	5.4
5	Tepkimeye giren maddelerin özünün yapısının değişerek yeni bir madde oluştururken kurduğu bağlara kimyasal bağ denir.	1	-	3	2	-	6	10	3.4
	Fiziksel yöntemlerle kırılmayan bağlardır.	-	-	2	-	-	2		
	Kimyasal yollarla ayrılabilir güçte olan bağ	-	-	2	-	-	2		

1: Atomlar arasında oluşma, 2: Element/ Madde/Bileşik arasında bağ oluşumu, 3: Elektron alışverişi/ ortaklaşması, 4: Moleküller arasında oluşma, 5: Bağ özelliği.

Tablo 2 incelendiğinde, öğrencilerin kimyasal bağ algılarının 5 tema altında toplandığı görülür. İlk algı bağ tanımının temelinde var olan "kimyasal bağın atomlar arasında" oluşmasına yönelik algıdır. Bu algı altında toplanan ifadeler incelendiğinde en fazla tekrar edilen ifadenin "Kimyasal bağ atomları birbirine bağlayan/ atomlar arasında oluşan bağdır." ifadesi olduğu ve örnekleme yer alan bütün okul türlerindeki öğrencilerin tanımlamalarında bu ifadenin yer aldığı görülür. Bu tür ifadeler bağ tanımının ana fikri olan ve en genel şekilde bağı tanımlayabileceğimiz bir ifadedir. Bu kimyasal bağın nasıl oluştuğu yönünde bir açıklama içermemekle birlikte bağ oluşumu ile ilgili doğru bir algılama olduğu söylenebilir.

İkinci algı, kimyasal bağın elementler, bileşikler veya maddeler arasında oluştuğuna yönelik doğru olmayan bir algıdır. Bu algı teması altında farklı ifadeler yer alsa da bu temanın oluşturulmasına neden olan temel ölçüt, kimyasal bağlanmanın atomlar arasında olduğunun düşünülmeyp bileşik-bileşik, ya da element-element arasında oluştuğu yönündeki algıdır. Yani sub-mikroskopik bir boyuttaki kimyasal bağlanma kavramının makroskopik olarak gözlenen bileşik ve element arasında olduğunun düşünülmesidir. Üçüncü algı ile ilgili ölçüt ise derslerde iyonik ve kovalent bağları açıklarken kullanılan bağ metaforlarıdır. Öğrencilerin kimyasal bağ algısının metafor olarak zihinlerin oluştuğu görülmektedir. En fazla kullanılan ifade olan "İki atomun elektron alışverişi yaparak veya elektronları ortaklaşa kullanarak oluşturdukları bağlardır." ifadesi iyonik ve kovalent bağlara yönelik çok sık kullanılan metaforlardır. Dördüncü tema ise "moleküller arasında bağ oluşumu" ile ilgili olup öğrencilerin kimyasal bağ algısının moleküller arasındaki bağ oluşumu şeklinde olduğunu gösterir. Son tema ise bağ oluşumu ile ilgili bir tema olup buradaki algı ya bağ oluşumunun kimyasal yapıların özelliklerini değiştirerek yeni yapılar oluşmasına neden olma düşüncesine ya da kimyasal bağın ancak kimyasal yollarla ayrılacağı düşüncesine dayandırılmıştır.

İkinci Araştırma Problemine Yönelik Bulgular

10. sınıf öğrencilerinin kimyasal bağ ile ilgili metaforlarının analizinde iki farklı yol izlenmiştir. İlk olarak Tablo 2'de yer alan 3. tema olan açıklamalardan yola çıkılarak kavramsal metaforlar belirlenmiştir. Tablo 2'nin altında da açıklandığı gibi konu anlatımı sırasında kullanılan elektron ortaklaşması ve elektron alışverişi metaforları öğrencilerin doğrudan tanımlamalarında yer almıştır.

İkinci olarak öğrencilerin tüm ifadeleri, metafor kullanımı açısından analiz edilmesi ile oluşturulmuştur. Tablo 3'te öğrencilerin kimyasal bağ tanımlaması sırasında kullandıkları metaforlar gösterilmiştir.

Tablo 3. Öğrencilerin kimyasal bağ ile ilgili metaforları.

Metaforlar	Örnek İfadeler	Kız	Erkek	Toplam	
		f	f	f	%
Kuvvet	Atomları bir arada tutan ve birbirine bağlayan kuvvet.	5	6	32	10.8
	Atomları bir arada tutmaya yarayan kuvvettir.	-	1		
	Kararlı atomları bir arada tutan ve birbirlerine bağlanmalarını sağlayan kuvvet.	4	2		
	Atomları birbirlerine bağlanmasını sağlayan kuvvettir.	5	1		
	Çekirdekdeki atomları bir arada tutan kuvvettir.	-	2		
	Atom ve molekülleri bir arada tutan kuvvete kimyasal bağ denir.	4	2		
Etkileşim	Atomlar arasında kurulan güçlü etkileşimler.	3		9	3
	Kimyasal tepkimelerde tanecikler arasındaki etkileşim.		1		
	Elementlerin atomlarının birbirleriyle etkileşmesidir		1		
	Maddeleri bir arada tutan etkileşimdir.	1			
	Tepkimeye girenlerin kimliklerini kayb ettikleri durumlarda açığa çıkan etkileşimdir	1			
	Atomlar arasında oluşan etkileşimlere kimyasal bağ denir.	1			
	Bağların Kovalent veya İyonik olarak yaptığı etkileşim.	1			
Yöntem	Atomların bağlanmasını sağlayan yöntemdir.	1	-	1	0.3
Enerji	Kararlı atomları bir arada tutan enerji.	1	-	1	0.3
Kütlesel çekim	Bileşikler arasında enerji yardımıyla kurulan kütlesel çekimlerdir.	-	1	1	0.3
Elektron dengeleme	İki atomun elektronlarının dengelenmesi ve birbirine bağ yapmasıdır.	-	1	1	0.3

Tablo 3 incelendiğinde bu metaforların 6 başlık altında toplandığı görülmektedir. Bu 6 başlıktan 2 tanesinde yer alan ifadeler birçok öğrenci tarafından kullanılırken (%10.8 ve %3.0 sırasıyla) diğer 4 tanesi sadece birer öğrenci tarafından kullanılmıştır. Öğrencilerin metaforlarından ilkinde kimyasal bağ, "kuvvet" olarak ifade edilmektedir. Bu amaçla öğrencilerin en fazla kullandığı ifadenin "Kimyasal bağ atomları bir arada tutan ve birbirine bağlayan kuvvettir." olduğu Tablo 3'ten görülmektedir. İkinci metafor "etkileşim" metaforu olup bu ifadeden kimyasal bağ kavramının öğrenciler tarafından etkileşim olarak algılandığını gösterir. Bu iki ana düşünce dışında sadece birer öğrenci tarafından tercih edilen metaforlar "yöntem", "enerji", "kütlesel çekim" ve "elektron dengeleme" metaforlarıdır.

İkinci kavramsal kategori olan "duygusal bağlılık" kategorisinin ölçütü soyut olarak bağlanma ve bir arada olmaya dayanır. Bununla ilgili örnek bir ifade şöyledir:

"Kimyasal bağ aileye benzer. Çünkü atomlar gibi aile fertlerini birbirine bağlar."

Üçüncü kavramsal kategori olan "alış-veriş" kategorisinin ölçütü alıp verme ile ilgili olup iyonik bağ ile ilgili elektron alınıp verilmesine yönelik iyon oluşumu düşüncesine dayanır. Bununla ilgili örnek bir ifade de bu durum açık bir şekilde görülür.

Üçüncü Araştırma Problemine Yönelik Bulgular

Öğrencilerin benzeşimlerinin belirlenmesi amacıyla önce her öğrencinin ikinci soruda yazdıkları benzeşimler listelenmiş ve daha sonra kavramsal kategoriler oluşturulmuştur. Oluşturulan kategoriler, benzeşimler ve dağılımları Tablo 4'te verilmiştir.

"Kimyasal bağ ipe benzer. Çünkü ip iki unsuru bağlar".

"Kimyasal bağ trene benzer. Çünkü trenin vagonları tutması gibi kimyasal bağ da atomları bir arada tutar."

Tablo 4. Benzeşim kategorileri ve benzeşim sayısı.

Kategoriler	Benzeşim (analoji)	Benzeşim Türü Sayısı	Benzeşim (f)
Bir arada tutma	İp (11), Üzüm (11), Yapıştırıcı (8), Tren (6), Zincir (5), Miknatis (5), Molekül (3), Atom (2), Metro (2), Ağaç (2), Uçlu kalem (2), Nar (2), Dünya (2), Lahmacun (1), Yol (1), Yara bandı (1), Kablo (1), Çivi (1), Ataç (1), Köprü (1), Kiraz (1), Kirpik (1), Kablo (1), Orman (1) Silikon (1)	25	73
Duygusal Bağlılık	Dostluk (7), Aile (11), Aşk (7), Evlilik (5), Arkadaş (5), Akrabalık (4), İnsan (4), Sevgi (2), Karı-koca (1), Kardeş (1), Kan bağı (1), Sevgili (1)	12	49
Alış-veriş	Borç (12), Takas etmek (6), Değiş-tokuş (3), Alış-veriş (2), Ortak eşya (1), İmece (1), Para vermek (1)	7	26
İçerme	Deterjan (8), İlaç (4), Gıdasal Boya (1), Kola (1), Sabun (1), Oyun hamuru (1), Su (1)	7	17
İhtiyaç	Öğretmen (2), Su (2), Güneş (1), Maymun-muz (1)	4	6
Çekim	Güneş sistemi (1), Dünya (1), Halat çekme (1)	3	3
Değişim	Bukalemun (1), bozulmuş yiyecek (1), kalem (1)	3	3
İlgili olma	Kimya (4)	1	4
TOPLAM		62	171

Tablo 4'te yer alan kavramsal benzeşim kategorilerin 8 başlık altında toplandığı görülmektedir. Bu 8 kavramsal kategoride toplam 62 çeşit benzeşim yer almaktadır. Bunlardan en fazla benzeşimin yer aldığı kategori "bir arada tutma" kategorisidir. Bu kategorinin oluşturma ölçütü verilen hedef kavramın bir arada tuttuğu şeyler gibi kimyasal bağın da bir şeyleri bir arada

tutmasına yapılan benzetmedir. Bu kategoriye baktığımızda 25 adet farklı benzeşimin yer aldığı ve bunların toplam sayısının 73 olduğu görülür. Bu kategorinin en fazla yazılan benzeşimi olan "ip" benzeşimi ve "tiren" benzeşimi için örnek birer öğrenci ifadesi aşağıda verilmiştir.

"Kimyasal bağ ortaklaşa kullanılan eşyaya benzer. Çünkü kimyasal bağda da elektronlar ortaklaşa kullanılır."

Diğer bir kategori olan "değişim" kategorisinin mantığı, kimyasal bağlanmanın maddelerde değişime neden olmasına dayanır. Bununla ilgili bir benzeşim ve gerekçesi şu şekildedir.

"Kimyasal bağ bukalemuna benzer. Çünkü bukalemunun rengi değişir kimyasal bağlarda olduğu gibi."

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın sonunda kimyasal bağ kavramının 10. sınıf öğrencileri tarafından 5 farklı şekilde algılandığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak bu açıklamalardan hiç birisinin elektrostatik etkileşimi içermediği görülür. Hangi bağ türü olursa olsun kimyasal bağlanmanın temelindeki ana nokta, farklı atom çekirdekleri ile elektronlar arasındaki elektrostatik çekimlerdir. Öğrencilerin kimyasal bağlanma ve bağ türlerini elektrostatik çekim yasası ile ilişkilendirerek açıklayamaması, kimyasal bağlanma ile ilgili önemli sorunlardan biri olup Taber (1998) tarafından da belirtildiği gibi öğrenciler kimyasal reaksiyon ve kimyasal bağ oluşumunda elektrostatik etkileşmeler yerine çoğunlukla Oktet kuralına dayandırarak açıklamaktadırlar.

Çalışmada belirlenen ilk algı, bağ tanımının temelinde var olan "kimyasal bağın atomlar arasında" oluşmasına yönelik algıdır. Bu tanımlama bağ tanımının ana fikrini oluşturup derslerde ve kitaplarda sıklıkta yer almaktadır. Tam bir tanımlama olmamakla birlikte doğru şekilde bir algılama olduğu söylenebilir. Bu algılanmanın kaynağının öğrencilerin aldığı kimya dersleri ve kimya ders kitapları olduğu söylenebilir. İkinci algı, kimyasal bağın elementler, bileşikler veya maddeler arasında oluştuğuna yönelik doğru olmayan bir algıdır. Bu yanlış algının temelinde yatan olay öğrencilerin element, bileşik, madde ile atom arasında farklılıkları anlamamış olması ya da makro ve mikroskopik altı boyutlar arasındaki farkı tam kavrayamamış olmalarına dayanır (Nakiboğlu ve Yıldırım, 2006). Öğrencilerin element, atom ve bileşik gibi temel kavramalarına yönelik yanlış kavramaları olduğu farklı araştırmacılarca belirtilmiştir (Erdem, Yılmaz ve Morgil, 200; Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996; Nakiboğlu, 2003). Kimyasal bağlanmanın moleküller arasında olduğu algısı da yine öğrencilerin temel kavramaları tam anlayamamış olmalarına dayanır (Nakiboğlu, 2008).

Moleküller arasında da (hidrojen bağı gibi) bir bağlanma söz konusudur ancak bu daha çok zayıf ve moleküllerden bir madde oluşumuna dayanan etkileşim gibi düşünülebilecek bir bağlanmadır. Bazı kimya ders kitaplarının kimyasal bağları "moleküller arası" ve "moleküller içi" şeklinde gruplaması nedeniyle öğrencilerin kimyasal bağı bu şekilde algıladıkları söylenebilir.

Diğer bir algılama ve aynı zamanda kovalent bağ metaforlarına dayanan "elektron ortaklaşması" metaforudur. Ders kitaplarında yer alan ve öğretmenler tarafından da sıkça kullanılan bu metaforun kimyasal bağ algısını etkilediği açıkça görülmektedir. Bu durum kovalent bağlar ile ilgili yapılan birçok çalışmada belirtilmiştir (Nakiboğlu ve Yıldırım, 2011; Peterson, Treagust, ve Garnett, 1989; Tan ve Treagust, 1999). Öğrencilerin kimyasal bağ ile ilgili en fazla kullandıkları metaforun "kuvvet" metaforu olduğu görülmektedir. Bunun yanında kimyasal bağı tanımlarken "etkileşim" metaforundan da yararlandıkları görülmektedir. Bu durum derslerde kimyasal bağların tanecikler arası etkileşimlerden oluştuğunun vurgulanmasına bağlanabilir.

Öğrencilerin benzeşimleri incelendiğinde bunların ders kitaplarında yer yer kullanılan iyonik ve kovalent bağ ile ilgili kavramsal metaforlara dayandığı açıkça görülür. 2018-2019 yılında okutulan kimya ders kitabında, iki atomun birbirini bir ip ile çektiğine yönelik resimli bir benzeşim yer almaktadır. Birçok kaynakta iyonik bağlanmanın, bir erkeğin kadına bir yüzük vermesinin bir elektron vermeye benzetildiği görülmektedir. Yine öğrencilerin günlük dilde kullanılan ve "sevgi" anlamına gelen bağ kavramının benzeşimlerinde yer aldığı, üzüm bağı gibi somut günlük dil ifadelerinin bir benzeşim olarak sunulduğu belirlenmiştir.

Bu sonuçlardan yola çıkarak şu önerilerde bulunulabilir. Bağ kavramının anlaşılması atom, element, iyon gibi temel kavramların iyi anlaşılması ile mümkün olacağından bağ kavramının öğretiminden önce ilk olarak öğrencilerin bu kavramları doğru bilip bilmedikleri incelenmelidir. Bağ kavramının anlaşılmamasındaki temel neden olan elektrostatik etkileşim ve bağ oluşumundaki önemi kimyasal bağ kavramı açıklanırken vurgulanmalı ve kimyasal bağ oluşumu elektrostatik etkileşimlere dayandırılarak anlatılmalıdır. Bu arada özellikle kimyasal bağ oluşumunun "soy gaz düzenine ulaşmak" veya "Oktet tamamlamak" gibi önemli bir yanlış kavrama ile ilişkilendirilmemesine özen gösterilmelidir. Kovalent bağlar için "elektron ortaklaşması" metaforu ve bunu gösteren benzeşimler kullanılmamalıdır. İyonik bağın açıklamasında da elektron alışverişi yerine iyon oluşumu ile iyonik bileşik oluşumu arasındaki farklılık vurgulanarak bağ oluşumu anlatılmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Balıkesir Üniversitesi BAP birimi tarafından 2018/144 nolu proje olarak desteklenmiştir. Yazarlar desteğinden dolayı Balıkesir Üniversitesi'ne teşekkür ederler.

KAYNAKÇA

- Arslan, M. M. & Bayrakçı, M. (2006). Metaforik düşünme ve öğrenme yaklaşımının eğitim-öğretim açısından incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 171, 100-108.
- Asworth, P., & Lucas, U. (1998). What is 'world' of phenomenography? *Scandinavian Journal of Educational Research*, 42(4), 415-431.
- 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.
- Boo, H. K. (1998). Students' Understanding of Chemical Bonds and The Energetics of Chemical Reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 569-581.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2009). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri (21. Baskı)*. Pegem Akademi: Ankara.
- Coll R. & Treagust D. F. (2001), Learners' mental models of chemical bonding. *Research in Science Education*, 31, 357-382.
- 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.
- Erdem, E., Yılmaz, A. & Morgil, İ. (2001). Kimya dersinde bazı kavramlar öğrenciler tarafından ne kadar anlaşılıyor? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 65 -72.
- Griffiths, A. K., & Preston, K. R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 611-628. doi:10.1002/tea.3660290609
- Gussarsky, E. & Gorodetsky, M. (1988). On the chemical equilibrium concept: Constrained word associations and conception. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 319-333.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (1996) Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534.
- Kelleci, G. (2014). Sınıf öğretmenliği adaylarının iklim kavramına ilişkin algılarının metafor yoluyla incelenmesi. Giresun Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.

- 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.
- 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 and R. B. Webb (eds), *Qualitative Research in Education: Focus and Methods*, London and New York.
- Nakiboglu 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, H. E. (2006). Kimya Öğretmen Adaylarının Kimyanın Makro-Mikro Seviyeleri Arasında Kurdukları İlişkilerin Belirlenmesi, VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 192, Ankara.
- Nakiboglu C. (2008). Using word associations for assessing non major science students' knowledge structure before and after general chemistry instruction: The case of atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 309–322.
- Nakiboglu C. (2019). Kimya Öğretmen Adaylarının Metalik Yapı ile ilgili Zihinsel Modelleri ve Metalik Bağ ile ilgili Kavramaları. *Karaelmas Journal of Educational Sciences*, 7, 133-144.
- Peterson, R. F., 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 instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 301–314.
- Taber, K. S. (1997). Student Understanding of Ionic Bonding: Molecular Versus Electrostatic Framework? *School Science Review*, 78(285), 85-95.
- Taber, K. S. (1998). An alternative conceptual framework from chemistry education. *International Journal of Science Education*, 20(5), 597–608.
- Taber, K.S., Tsaparlis, G. & Nakiboğlu, C. (2012). Student Conceptions of Ionic Bonding: Patterns of thinking across three European contexts, *International Journal of Science Education*, 34(18), 2843-2873.
- Tan, K. D. & Treagust, D. F. (1999). Evaluating Students' Understanding of Chemical Bonding. *School Science Review*, 81(294), 75-83.
- Tóth, Z. & Ludányi, L. (2007). Combination of Phenomenography with Knowledge Space Theory to study students' thinking patterns in describing an atom. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 327-336.

Yıldırım, A. & Simsek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

EXTENDED SUMMARY

INTRODUCTION

The fact that atoms come together to form elements and substances has attracted the attention of scientists working in the field of chemistry for centuries. In order to explain the nature of the chemical bonding with the theoretical and experimental studies, different bond theories and models have been proposed by the researchers. The theoretical content of the chemical bond and chemical bond types is one of the essential subjects of university chemistry programs and secondary chemistry course curriculums. On the other hand, when examining the studies conducted by chemistry educators to understand the concept of chemical bond and bond types by students, it is seen that the students from graduate level to secondary education level have problems understanding this issue (Birk & Kurtz, 1999; Boo, 1998; Coll and Treagust, 2001; Taber, 1997; Taber, Tsapalis & Nakiboglu, 2012; Tan & Treagust, 1999).

As the concept of chemical bonding is abstract, teachers can use metaphors and benefit from analogies while teaching this concept. When the textbooks are examined, it is seen that the chemical bond and the chemical bond types are explained with various analogy pictures and expressions such as a rope, the relationship between the people attracting each other. This situation sometimes prevents students from constructing the chemical bonds in their minds in a scientific way, and sometimes even metaphors replace the scientific definition.

Purpose of the Study

In this study, it is aimed to investigate how secondary school students perceive the concept of the chemical bond, the metaphors they use to define the chemical bond and what they associate with the chemical bond in their minds after learning the subject of the chemical bond and types of the chemical bond. For this purpose, the sub-problems of the study are as follows:

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

METHOD

In this study, one of the qualitative research methods, phenomenography was used. The research which aims at description, analysis and understanding of experiences was labelled as phenomenography by Marton (1981). Tóth and Ludányi (2007) have cited that although individuals would have different experiences and conceptualisations of a phenomenon in a given context, the number of qualitatively different conceptualisations was limited.

The sample of the study consisted of 297 tenth grade students (184 females and 113 males). Table 1 shows the distribution of students according to school type and gender.

Table 1. Distribution of the students by school type and gender.

School Type*	Gender		Total
	F	M	
AHS1	24	26	50
AHS2	21	22	43
SHS	36	23	59
AHS3	37	42	79
VHS	66	-	66
Sum	184	113	297

*AHS is the abbreviation of the Anatolian High School, SHS is the abbreviation of the Science High School and VHS is the abbreviation of the Vocational High School.

Data were collected from 5 different high schools using a two-stage measurement tool developed by the authors. In order to determine the students' perceptions and metaphors, in the first stage of the instrument, students were asked to define chemical bonding. In the second stage, a question containing the statement "chemical bond is like..... because" was given to the students to obtain their analogies about the chemical bond.

FINDINGS

In order to find answers to the question of how the 10th-grade students are perceived due to their chemical bonding experiences, the definitions of the chemical bonding concept of the students were analysed, and the findings were presented in Table 2. When Table 2 is examined, it is seen that students' chemical bond perceptions are grouped under five themes.

Table 2. Perceptions of the 10th-grade students about chemical bond.

Themes	f	%
Occur between atoms	108	36.4
<i>Bond formation between element / substance / compound</i>	68	22.9
Transfer of electrons/sharing of electrons	18	6.1
Occur between molecules	16	5.4
<i>Bond property</i>	10	3.4

Chemical bond definitions of the 10th-grade students were analysed in terms of metaphor usage in their definitions. Table 3 shows the metaphors used by the students in their bond definitions. When Table 3 is examined, it is seen that these metaphors are grouped under six titles.

Table 3. Metaphors of the 10th-grade students about chemical bond.

Metaphors	Female	Male	Total	
	f	f	f	%
Force	18	14	32	10.8
Interaction	7	2	9	3.0
Method	1	-	1	0.3
Energy	1	-	1	0.3
Gravitational attraction	-	1	1	0.3
Electron balancing	-	1	1	0.3

In order to determine the analogies of the students related to the chemical bond, the analogies written by the students as the answer to the second question were listed firstly and then conceptual categories were formed. It is seen that the conceptual categories of analogies are grouped under eight headings. These are: Hold together, emotional commitment, transferring / sharing, inclusion, need, attraction, change, and relevance.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In the study, it was concluded that the 10th-grade students perceived the concept of chemical bond in 5 different ways. However, none of these disclosures seems to involve electrostatic interactions. One of the essential problems related to chemical bonding is the inability of students to explain the chemical bonding and bond types by using expressions contains the electrostatic interactions between the electrons and the nuclei of atoms. When the students' analogies related to chemical bonding are examined, it is clear that they are based on conceptual metaphors related to ionic and covalent bonds used in the most chemistry textbooks used secondary chemistry courses.

Based on these results, the following suggestions can be made. First of all, to understand the concept of the chemical bond, it is necessary to understand the basic concepts such as the atom, element and ion. For this reason, it should be examined whether the students know these concepts correctly before teaching the concept of the chemical bond. One of the reasons why students do not fully understand the concept of chemical bond is the lack of understanding of the importance of electrostatic interaction in the chemical bond formation. Therefore, the chemical bond formation should be explained based on electrostatic interaction.

