



A Content Analysis on the Misconceptions in 9th Grade Chemistry Subjects

Yıldızay AYYILDIZ¹, Esra ÇUBUKÇU²

¹ Dokuz Eylül University, Torbalı Vocational School, İzmir, Türkiye,
yildizay.ayyildiz@deu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-0984-6224>

² Dokuz Eylül University, Institute of Educational Sciences, İzmir, Türkiye,
ecubukcu65@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8015-3239>

Received: 28.02.2022

Accepted: 24.03.2022

Doi: <https://doi.org/10.37995/jotcsc.1079793>.

Abstract:

Misconceptions are caused by significantly different interpretations of scientific concepts by students. When misconceptions cannot be removed from the mind of the student, the learning process is seriously affected. The main purpose of this study is to determine the misconceptions, which negatively affects the learning process of students and is a very difficult process to eliminate. For this purpose, firstly, a comprehensive review of the literature was made by examining documents such as articles, thesis, electronic books, and papers, and misconceptions encountered in 9th grade chemistry subjects were determined. Then, a content analysis was carried out on which units and subjects/concepts these misconceptions were distributed in the 9th Grade Chemistry Curriculum. At the end of the analysis, frequency and percentage calculations of misconceptions were made according to the units and concepts in these units, and the findings were presented with the help of tables and graphics. As a result of the examination of the documents included in the research, a total of 338 misconceptions about the 9th grade level chemistry lesson were determined. When these misconceptions were analyzed, it was concluded that the most common misconception was related to the "Atom and Periodic System" unit and the "atom" concept explained under this unit. It is thought that the findings of the research will make important contributions to the field in terms of preventing the formation of misconceptions and therefore the correct structuring of scientific knowledge. In addition, the results of the study; can also help chemistry teachers and prospective chemistry teachers to be informed of misunderstandings in 9th grade chemistry and take precautions to prevent these misconceptions in their students.

Keywords: 9th grade, chemistry lesson, misconceptions, content analysis

EXTENDED SUMMARY

Introduction

Situations, where scientific concepts create significantly different meanings in students' minds, are encountered at almost every stage of education. This situation, which is described as a conceptual misconception, develops over a long period as a result of students' lack of knowledge and/or observations based on misunderstanding and settles in the mind of the student. Conceptual errors that develop in the mind for a long time are perceived by the brain as correct information and organized as permanent information. At this point, it is much more difficult to rearrange the misconceptions in the mind than learning new information. In this context, not allowing the formation of misconceptions in the mind is extremely important for the learning process.

In the field of science education, many studies have been carried out to determine the misconceptions in the mind about different concepts. As a result of these studies, it has been revealed that the misconceptions that occur in the mind of the student are different from the ones expected scientifically (Peterson & Treagust, 1989). The possible causes of these misconceptions in the minds of students are summarized below:

- The abstract nature of the concepts,
- Not knowing the prior knowledge of the students about the subjects to be taught,
- Starting the lesson without identifying the misconceptions,
- Insufficient examination of alternative ideas developed by students during and at the end of concept teaching,
- Teaching concepts with traditional methods,
- Language used,
- Textbooks, and
- Inadequacy of the teacher (Benson et al., 1993; Del Pozo, 2001; Nakiboğlu, 2006; Ülgen, 1998).

As can be understood from the literature, the misconception is a common problem for all education systems in the world. It is extremely important to eliminate this problem and even ensure that scientific knowledge is not formed by structuring it correctly so that the student does not have learning difficulties. The importance of prospective teachers/teachers knowing what misconceptions are and what can be done to avoid them is undeniable for future chemistry lessons. In this context, the need to increase the field education knowledge on this subject has arisen so that teachers and prospective teachers do not cause misconceptions in students. In the research, it is aimed to determine the misconceptions about the 9th grade chemistry lesson by scanning the literature and then analyzing which topics and concepts these misconceptions determined from the literature are distributed in the Secondary Education Chemistry Class 9th Grade Curriculum.

Method

In this study, the “descriptive research model” was used as the research model. Descriptive research allows to make healthier determinations in grouping the examined subjects, associating them with each other, and making them more understandable (Kaptan, 1998).

Since an educational phenomenon was tried to be explained in-depth and in its context in the research, the data were collected by document analysis method. Document analysis is a qualitative research method used to analyze the content of text-based documents following rigorous and systematic research stages (Wach & Ward, 2013). During the analysis of the documents discussed in the study, the stages of reaching the documents, checking their accuracy, separating them into groups, applying the data analysis method carefully, and using the data were meticulously handled.

Results and Discussion

Within the scope of the study, a literature review was conducted and the topics and concepts in which the students studying chemistry in the 9th grade fall into misconceptions were examined. As a result of the analysis of the studies included in the study from the literature, 338 misconceptions; It has been concluded that a total of 38 concepts for 5 units of the Secondary Education Chemistry Lesson 9th Grade Curriculum are gathered.

The findings presented in the study reveal the misconceptions that occur in the minds of students in 9th grade chemistry subjects on a unit basis. In addition to this, it has been presented in detail under the relevant headings in the literature on which subjects there are more misconceptions about each unit. As a result, according to the findings obtained within the scope of the study, the most misconceptions in the literature are Atomic and Periodic System (33.14%), States of Matter (27.81%), Interactions Between Chemical Species (23.67%), Nature and Chemistry (11.83%) and Chemistry Science (3.55%) units (Table 2).

As a result of the detailed review of literature within the scope of the research, 338 misconceptions in the 9th grade chemistry lessons were also evaluated on the basis of concepts and ranked according to their importance levels based on frequency distributions (Figure 2). According to Figure 2, it is seen that the most common misconceptions in 9th grade chemistry lessons are atom (9.47%), phase changes (9.17%), boiling (5.92%), subatomic particles (5.33%), metallic/nonmetallic properties (5.03%), chemical bond (5.03%), physical and chemical changes (5.03%), gaseous state of matter (4.73%), greenhouse effect (4.44%), size of atoms size (3.85%), global warming (3.85%), liquid state of matter (3.55%), ionic bond (3.25%), solid state of

matter (3.25%), polarity (% 2.66%), periodic trends (2.37%), water (2.37%), shape of atoms (2.07%), covalent bond (1.78%), intermolecular interaction (1.78%), compounds (1.48%), alloys (1.48%), molecular geometry (1.48%), elements (1.18%), vapor pressure (1.18%), pollutants (1.18%), orbital (0.89%), semi-metals (0.89%), noble gases (0.89%), alchemy-chemistry (0.59%), period/group (0.59%), molecular (0.59%), Lewis structure (0.59%), hydrogen bond (0.59%), bond energy (0.59%), safety in the laboratory (0.30%), halogens (0.30%), and metallic bond (0.30%) subjects/concepts.

As it is known, "atom" is a concept that determines the structures and properties of the substances making up our environment, and therefore, it is one of the subjects that form the cornerstones of chemistry. The subject of "atom" can be considered as a step towards learning many subjects in science. When all subjects of the 9th Grade Chemistry Curriculum of the Ministry of National Education are evaluated, it has been concluded that the concept needing the most attention in the teaching process is "atom", in the Atom and Periodic System unit.

Recommendations

Adding specific courses to the undergraduate curriculum for pre-service teachers to prevent and eliminate misconceptions that may be encountered in chemistry lessons; for teachers who are continuing their profession, it is important to provide in-service training activities by chemistry educators who are experts in their fields.

9. Sınıf Kimya Konularındaki Yanlış Kavramalar Üzerine Bir İçerik Analizi

Yıldızay AYYILDIZ¹, Esra ÇUBUKÇU²

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, İzmir, Türkiye, yildizay.ayyildiz@deu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-0984-6224>

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye, ecubukcu65@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8015-3239>

Gönderme Tarihi: 28.02.2022

Kabul Tarihi: 24.03.2022

Doi: <https://doi.org/10.37995/jotcsc.1079793>.

Özet:

Bilimsel kavramların öğrenciler tarafından önemli derecede farklı anlamlandırılmaları yanlış kavramalara neden olmaktadır. Yanlış kavramaların öğrencinin zihninden uzaklaştırılmaması ise öğrenme sürecini ciddi bir şekilde etkilemektedir. Bu çalışmanın temel amacı, öğrencilerin öğrenme sürecini olumsuz yönde etkileyen ve giderilmesi oldukça zor bir süreç olan yanlış kavramaların belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda ilk olarak makale, tez, elektronik kitap ve bildiri gibi dokümanlar incelenerek alanyazının kapsamlı bir taraması yapılmış ve 9. sınıf düzeyi kimya dersi konularında rastlanan yanlış kavramalar belirlenmiştir. Ardından bu yanlış kavramaların, Ortaöğretim Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı'nda hangi ünite ve konu/kavramlara dağıldığına yönelik bir içerik analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonunda yanlış kavramaların ünitelere ve bu ünitelerdeki kavramlara göre frekans ve yüzde hesaplamaları yapılarak bulgular tablo ve grafikler yardımıyla sunulmuştur. Araştırmaya dâhil edilen dokümanların incelenmesi sonucunda 9. sınıf düzeyi kimya dersi konularına yönelik toplam 338 yanlış kavrama belirlenmiştir. Bu yanlış kavramalar analiz edildiğinde en sık yanlış kavramanın "Atom ve Periyodik Sistem" ünitesi ve bu ünite altında anlatılan "atom" kavramıyla ilgili olduğu sonucu elde edilmiştir. Araştırmaya ait bulguların, yanlış kavramaların oluşumunun engellenmesi ve dolayısıyla bilimsel bilginin doğru yapılandırılması açısından alana önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca çalışma sonuçları, kimya öğretmenleri ve öğretmen adaylarının 9. sınıf kimya konularındaki yanlış kavramalardan haberdar edilerek öğrencilerinde bu yanlış kavramaların oluşmaması için önlem almaları konusunda da yardımcı olabilir.

Anahtar kelimeler: 9.sınıf, kimya dersi, yanlış kavramalar, içerik analizi

Sorumlu yazar: Yıldızay AYYILDIZ, Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, İzmir, Türkiye

GİRİŞ

Bilimsel kavramlar, doğa oluşumlarını sistematik bir döngü içerisinde zihinsel olarak anlamamızı sağlayan soyut bilgi birimleridir. Bilimin her dalının, nesne ve olayların özelliklerini kapsayan ve bu özellikleri ortak bir başlıkta toplayan kendine has kavramları mevcuttur. Bazen bu bilimsel kavramların, öğrencilerin zihninde önemli derecede farklı anlamlar oluşturduğu durumlarla eğitimin hemen hemen her aşamasında karşılaşılmaktadır. Yanlış kavrama olarak nitelendirilen bu durum, öğrencilerin bilgi

eksikliği ve/veya yanlış anlamlandırmaya dayalı gözlemlerinin sonucu olarak uzun bir süreçte gelişir ve öğrenci zihnine yerleşir. Zihinde uzun sürede gelişen yanlış kavramalar, beyin tarafından tıpkı doğru bilgiler gibi algılanır ve kalıcı bilgi olarak düzenlenir. Bu noktada yanlış kavramaların zihinde yeniden düzenlenmesi, yeni bir bilgiyi öğrenmekten çok daha zordur (Posner vd., 1982). Bu bağlamda yanlış kavramaların zihinde oluşumuna izin vermemek, öğrenme süreci açısından son derece önemlidir.

Yanlış kavramalar, yeni bilimsel kavramların zihinde anlamlı öğrenilmesinde engel oluşturduğundan fen öğretiminde yanlış kavramalar üzerine yapılan araştırmalar içinde bulunduğumuz 21. yüzyılda giderek yaygınlaşmaktadır (Atasoy vd., 2003; Ayyıldız & Tarhan, 2013; Azizoğlu & Geban, 2004; Coştu vd., 2007; Demirci vd., 2016; Geçgel & Şekerci, 2018; Şen & Nakiboğlu, 2021; Ural & Başaran Uğur, 2021; Ünsal, 2019; Yıldırım, 2020). Bu araştırmalar özellikle pek çok fen kavramı ile ilgili öğrencilerin anlamalarının aydınlatılması, sınıflandırılması ve karakterize edilmesine odaklanmıştır. Yanlış kavramalar özellikle fizik ve kimya alanındaki derslerde görülmektedir (Ayas vd., 2001; Zoller, 1990). Bu durum, fizik ve kimya alanlarının çok daha karmaşık ve soyut olmasından kaynaklanmaktadır. Karmaşık ve soyut kavramların anlaşılması ve zihinde depolanması görece daha fazla düşünme faaliyeti gerektirmektedir. Yanlış kavrama sorunlarına genel olarak fen bilimleri alanında eğitim alan öğrencinin dışarıdan gözlem, deneyim veya aktarma yoluyla aldığı bilgileri zihninde depolaması ve depoladığı bilgilerin bilimsel gerçeklikle uyuşmaması durumu sebep olmaktadır. Öğrencilerde görülen bu tür kavramalar bilimsel araştırmalarda; "yanlış kavrama" (DiSessa & Sherin, 1998; Nakiboğlu, 2006; Şen & Yılmaz, 2013; Zoller, 1990), "ilk kavramalar" (Chi vd., 1994), "genel duyu kavramları", "yanlış anlamalar" (Spada, 1994), "çocukların bilimi" (Azizoğlu vd., 2006), "ön kavramalar", "zihinsel modeller" (Vosniadou, 1994), "öğrencilerin tanımlaması", "açıklayıcı sistemler" (Nakhleh, 1992), "alternatif çerçeveler" (Caravita & Halldén, 1994; Taber, 1998), "ilk inançlar" (Bliss & Ogborn, 1994), "alternatif kavramalar" (Coll & Taylor, 2001; Garnett vd., 1995; Hewson & Hewson, 1983; Özmen, 2004; White, 1994) ve "kavramsal çerçeve" (Driver & Erickson, 1983) gibi başlıklar altında ele alınmıştır. Bu araştırma kapsamında ise öğrencilerin bilimsel gerçeklikle uyuşmayan düşünce veya inançlarını belirtmek için "yanlış kavrama" ifadesi kullanılmıştır.

Kavramların zihinde oluşması, yeni öğrenme aşamasında gerçekleşmez. İnsan zihninde öğrenme, çoğu zaman zihne yer etmiş bir kavramın üzerine yeni kavramların eklenmesi ile gerçekleşmektedir. Fen eğitimi alanındaki kavramlarla ilgili zihinde oluşan yanlış kavramaların tespiti için pek çok araştırma gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmalar sonunda öğrencinin zihninde oluşan yanlış kavramaların, bilimsel olarak kabul edilen ve beklenilenden farklı olduğu ortaya konulmuştur (Peterson & Treagust, 1989). Öğrenci zihninde oluşan bu yanlış kavramaların olası nedenleri;

- "Kavramların soyut oluşu",
- "Öğrencilerin ön bilgilerinin yetersiz oluşu",
- "Önceki öğrenmelere yönelik yanlış kavramalar belirlenmeden yeni öğrenmelerin gerçekleştirilmesi",
- "Kavramların öğretiminde öğrencilerin geliştirdikleri alternatif düşüncelerin yeterince irdelenmeyişi",
- "Kavramların öğrenci merkezli olmayan geleneksel yöntemlerle öğretilmesi",
- "Kullanılan dil",
- "Ders materyalleri",
- "Öğretmenin yetersizliği"

olarak gösterilmektedir (Benson vd., 1993; Del Pozo, 2001; Nakiboğlu, 2006; Ülgen, 1998). Kavramların öğrenciler tarafından öğrenilmesi, yalnızca okulda gerçekleşen bir eylem değildir. Kavramları sosyal hayatlarında edindikleri anlamlarıyla, yaşanmış tecrübeleri ile bağdaştıran öğrenciler bu şekilde kavramların altını doldurmaktadırlar. Yanlış kavramalar, öğrencinin zihnine çok çabuk yerleşebilir ve bu olumsuz durumun geriye döndürülmesi ise oldukça güçleşir. Öğrencilerde oluşan yanlış kavramalar hem yanlış öğrenime neden olmakta hem de daha sonraki konuların doğru anlaşılmasını engelleyebilmektedir (Hewson & Hewson, 1984; Karamustafaoğlu vd., 2002; Treagust, 1988).

Kimya alanında kavram öğretimine yönelik yapılan araştırmaların özellikle atom ve moleküller, buharlaşma, yoğunlaşma, fiziksel ve kimyasal değişimler, kimyasal bağlar vb. temel konularda yoğunlaştığı tespit edilmiştir (Akyol, 2009; Albanese & Vicentini, 1997; Altinyüzük, 2008; Andersson, 1990; Ayyıldız & Tarhan, 2013; Çökelez & Yalçın, 2012; De Vos & Verdonk, 1996; Demirci vd., 2016; Demircioğlu vd., 2012; Duman, 2015; Geçgel & Şekerci, 2018; Griffiths & Preston, 1992; Harrison & Treagust, 1996; Kaya, 2010; Kuşakçı Ekim, 2007; Lee vd., 1993; Meşeci vd., 2013; Osborne & Cosgrove, 1983; Özalp, 2008; Özgür, 2007; Öztürk Ürek & Tarhan, 2005; Pereira & Pestana, 1991; Pideci, 2002; Salmaz, 2002; Say, 2011; Tarhan vd., 2013; Tezcan & Salmaz, 2005; Ünal & Zollman, 1999; Yeğnidemir, 2000). Alanyazından anlaşılacağı üzere, yanlış kavramalar dünyanın her yerinde fen bilimleri alanındaki öğretim programları için ortak bir sorundur (Ayas & Demirbaş, 1997; Ayyıldız, 2012; Barker, 1995; Charlet-Brehelin, 1998; Hand & Treagust, 1991; Kiokaew, 1989). Bu sorunun giderilmesi ve hatta bilimsel bilginin doğru yapılandırılarak yanlış kavrama oluşmamasını sağlamak, öğrencinin öğrenim güçlüğü çekmemesi adına son derece büyük öneme sahiptir. Öğretmen adaylarının/öğretmenlerin yanlış kavramaların neler olduğunu ve oluşmaması için neler yapılabileceğini bilmelerinin daha sonraki kimya dersleri açısından önemi yadsınamaz. Bu bağlamda öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının, öğrencilerde yanlış kavrama oluşumuna neden olmaları için bu konudaki alan eğitimi bilgilerini artırma ihtiyacı doğmuştur. Araştırmada; alanyazın

taraması yapılarak 9. sınıf kimya dersi konularına ilişkin yanlış kavramaların belirlenmesi ve ardından alanyazından belirlenen bu yanlış kavramaların Ortaöğretim Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı'nda hangi konu ve kavramlara dağıldığının analiz edilmesi amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında ortaöğretim seviyesinde öğrencilerin, kimya dersiyle karşılaştıkları ilk sınıf olması ve dolayısıyla öğretmen adaylarının/öğretmenlerin kimya dersi adı altında öğrencilerin yaşayacağı ilk öğrenme yaşantılarında yanlış kavramalara sahip olmamalarını sağlamak için 9. sınıf düzeyindeki kimya konularında yaşanan yanlış kavramaları belirlemek amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Araştırmada kullanılan model, veri toplama ve analiz yöntemleri aşağıda sunulmuştur.

Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada, araştırma modeli olarak "betimsel araştırma modeli" kullanılmıştır. Betimsel araştırmalar; olayları, objeleri, varlıkları, kurumları, grupları ve çeşitli alanları daha iyi anlayabilmeyi sağlamak amacıyla yapılmaktadır. Betimsel araştırmalar incelenen konuların gruplandırılmasında, birbiri ile ilişkilendirmesinde ve daha anlaşılabilir olmalarında daha sağlıklı saptamalar yapmaya olanak sağlar (Kaptan, 1998). Betimsel araştırma modelinde; bilimin tasvir edilebilme özelliği ele alınarak gözleme, kaydedebilme, olaylar arasındaki ilişkileri tespit etme ve bağımsız parametreler üzerinde genellemeler yapılabilmektedir (Yıldırım & Şimşek, 1999). Bu araştırmada betimsel yaklaşım çerçevesinde, dokümanların incelenmesiyle elde edilen yanlış kavramalar 9.sınıf kimya konu ve kavramları ile ilişkilendirilerek gruplandırılmış ve betimlenmeye çalışılmıştır.

Veri Toplama

Araştırmada eğitimsel bir olgu derinlemesine ve kendi bağlamı içerisinde açıklanmaya çalışıldığından veriler, doküman incelemesi yöntemi ile toplanmıştır. Doküman incelemesi, yazı temelli belgelerin içeriğini özenli ve sistematik araştırma aşamalarına uygun olarak analiz etmek için kullanılan bir nitel araştırma yöntemidir (Wach & Ward, 2013). Çalışmada; ERIC, Scopus, Taylor & Francis, Web of Science, ULAKBİM, Google Akademik, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanlarından ulaşılan makale, elektronik kitap, tez ve bildirilerden oluşan toplam 207 adet doküman incelenmiştir. Bu dokümanlara; anahtar kelime olarak Millî Eğitim Bakanlığı Ortaöğretim Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı'nda yer alan ünite başlıkları, konu başlıkları, kavramları ve "yanlış kavrama" ifadesi kullanılarak ulaşılmıştır (MEB, 2018). Dokümanların analizi esnasında dokümanların doğruluğunu denetleme, gruplara ayırma, veri analiz yöntemini dikkatle uygulama, veriyi kullanma aşamaları titizlikle ele alınmıştır.

Veri Analizi

Bu çalışmada ele alınan veriler, içerik analizi yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. İçerik analizi sözel veya yazılı dokümanların nesnel ve sistematik bir çerçevede incelenmesine olanak sağlayan bilimsel bir yaklaşımdır (Tavşancıl & Aslan, 2001). Araştırma kapsamında öncelikle alanyazında çok sayıda araştırmacı tarafından yanlış kavramalara yönelik yapılan farklı araştırmaların dokümanları toplanarak dokümanlardan çıkarılan yanlış kavramalar içerik analizi ile kavramlarına göre kodlanmıştır. Ardından o kavramın Ortaöğretim Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı'nda hangi ünite altında anlatıldığı belirlenerek önce ünite bazında, ardından üniteler içinde yer alan kavramlar bazında kodlanmıştır. Araştırma kapsamında kodlama güvenilirliğini sağlamak amacıyla yanlış kavramalar iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı kodlanmış ve daha sonra bu kodlamalar karşılaştırılmıştır. Bu şekilde yapılan kodlamanın güvenilirliği $[Görüş\ birliğı / (Görüş\ birliğı + Görüş\ ayrılığı) \times 100]$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Miles & Huberman, 1994). Bu bağlamda kodlayıcılar arasındaki ortalama güvenilirlik katsayısı %95 olarak hesaplanmıştır. Kodlayıcılar arası güvenilirliği hesaplamak için kullanılan uyum yüzdesinin %70'ten daha yüksek olması beklendiğinden, araştırma kapsamında hesaplanan kodlama güvenilirliğinin kabul edilebilecek düzeyde yüksek olduğu söylenebilir. Son olarak araştırma kapsamında elde edilen verilerin analizinde betimsel istatistik türlerinden frekans ve yüzde kullanılmıştır. Bu bağlamda gruplandırılan yanlış kavramalara yönelik ünite ve kavram bazında frekans ve yüzde hesaplamaları yapılmış, elde edilen veriler tablolar ve grafikler yardımıyla sunulmuştur.

BULGULAR

Araştırma kapsamında öncelikle alanyazın taraması ile 9. sınıf düzeyindeki konulara ilişkin toplam 338 yanlış kavrama belirlenmiştir. Daha sonra alanyazından belirlenen bu yanlış kavramalar analiz edilerek Ortaöğretim Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı'nın 5 ünitesine yönelik toplam 38 kavram başlığında toplanmıştır.

Ortaöğretim Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı incelendiğinde kimya derslerinin sırasıyla "Kimya Bilimi", "Atom ve Periyodik Sistem", "Kimyasal Türler Arası Etkileşimler", "Maddenin Hâlleri" ile "Doğa ve Kimya" adlı ünitelerle yürütüldüğü anlaşılmaktadır (MEB 2018, Tablo 1).

Tablo 1*Ortaöğretim Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı Üniteleri ve Alt Konuları*

Ünite	Konular
Kimya Bilimi	Simyadan Kimyaya Kimya Disiplinleri ve Kimyacıların Çalışma Alanları Kimyanın Sembolik Dili Kimya Uygulamalarında İş Sağlığı ve Güvenliği
Atom ve Periyodik Sistem	Atom Modelleri Atomun Yapısı Periyodik Sistem
Kimyasal Türler Arası Etkileşimler	Kimyasal Tür Kimyasal Türler Arası Etkileşimlerin Sınıflandırılması Güçlü Etkileşimler Zayıf Etkileşimler Fiziksel ve Kimyasal Değişimler
Maddenin Hâlleri	Maddenin Fiziksel Hâlleri Katılar Sıvılar Gazlar Plazma
Doğa ve Kimya	Su ve Hayat Çevre Kimyası

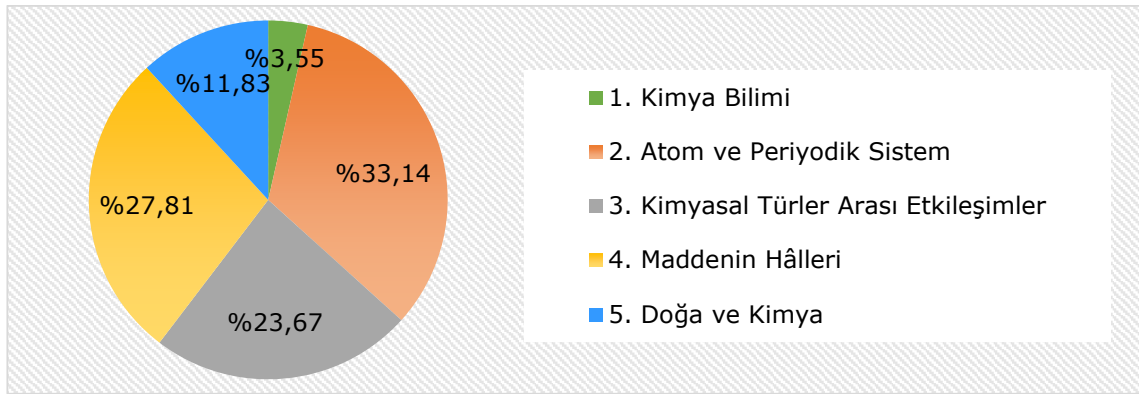
Çalışmada alanyazından belirlenip 38 kavram başlığı altında toplanan yanlış kavramalar, Ortaöğretim Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı'nın bu ünitelerindeki konu içeriklerine göre anlatıldığı ünite altında değerlendirilmiştir. Yanlış kavramaların ünitelere göre görülme sıklıkları Tablo 2'de verilmiştir.

Araştırma kapsamında elde edilen veriler, Ortaöğretim Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı'ndaki ünite sırasına göre sunulmuştur.

Tablo 2*Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramaların Ortaöğretim Kimya Dersi 9. Sınıf Ünitelerine Göre Frekans Dağılımı*

Ünite No	Ünite Adı	Yanlış Kavrama Sayısı (f)
1	Kimya Bilimi	12
2	Atom ve Periyodik Sistem	112
3	Kimyasal Türler Arası Etkileşimler	80
4	Maddenin Hâlleri	94
5	Doğa ve Kimya	40

Tablo 2'de yanlış kavramalara yönelik verilen frekans dağılımı, Şekil 1'de yüzdelerle gösterilmiştir.



Şekil 1

Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramların Ortaöğretim Kimya Dersi 9. Sınıf Ünitelerine Göre Yüzdeleri Dağılımı

Tablo 2 ve Şekil 1'e göre en fazla yanlış kavramaya %33,14 (112 adet) ile Atom ve Periyodik Sistem ünitesinde rastlanmaktadır. Bunu %27,81'lik (94 adet) bir yüzde oranı ile Maddenin Hâlleri ünitesi izlerken, üçüncü sırada %23,67 (80 adet) ile Kimyasal Türler Arasındaki Etkileşimler ünitesi gelmektedir. Doğa ve Kimya ünitesi %11,83'lük (40 adet) paya sahipken son sırada %3,55 (12 adet) ile en az yanlış kavramanın dağıldığı Kimya Bilimi ünitesi yer almaktadır.

Kimya Bilimi Ünitesine Yönelik Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramalar

Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı'nda yer alan Kimya Bilimi ünitesi, yanlış kavrama sayısının en az görüldüğü ünedir. Alanyazından belirlenen bu üniteye yönelik yanlış kavramaların; element, bileşik, simya-kimya ve laboratuvarında güvenlik kavramlarında olduğu analiz edilmiş, frekans değerleri ile yüzdeleri dağılımları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3

Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramaların "Kimya Bilimi" Ünitesi Kavramlarına Göre Dağılımı

Kavram	f	%
Element	4	33,33
Bileşik	5	41,67
Simya-Kimya	2	16,67
Laboratuvarında güvenlik	1	8,33
Toplam	12	100

Tablo 3'ten, Kimya Bilimi ünitesine ait en fazla yanlış kavramanın %41,67'lik oranla bileşik kavramı üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bileşik kavramını, %33,33'lük oranla element kavramı ve %16,67 ile simya-kimya kavramları takip etmektedir. Laboratuvarda güvenlik kavramı ise %8,33 oranla en son sırada yer almaktadır.

Alanyazın taraması ile elde edilen Kimya Bilimi ünitesine yönelik 12 adet yanlış kavrama, ünitedeki kavramlara göre gruplandırılarak alındığı kaynak bilgisi ile birlikte Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4

Kimya Bilimi Ünitesine Yönelik Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramalar

Kavram	Yanlış Kavrama	Kaynak
Element	Elementler saf değildir.	1
	Elementler tek tür atomlardan oluşmaz.	1, 2
	İçinde farklı maddeler yoksa elementtir.	3
	Hava, su, toprak ve ateş elementtir.	1
Bileşik	Bileşikler saf madde değildir.	3
	Bileşikler birbirinden ayrılamaz.	3
	İki madde birleşince bileşik olur.	3
	Bileşiklerin tümü molekül yapılıdır.	1
	Karışım ve bileşik aynı anlama gelir.	1
Simya-Kimya	Simya ile kimya biliminin birbiriyle karıştırılması.	4
	Diğer fen bilimleri gibi kimya da maddelerin davranışlarını inceleyen bir bilim dalıdır.	5
Laboratuvarda güvenlik	Asit üzerine doğrudan su dökülebilir.	5

[1] Ceylan (2015); [2] Geçgel ve Şekerci (2018); [3] Altınyüzük (2008); [4] Şen ve Nakiboğlu (2021); [5] Sarı (2005)

Atom ve Periyodik Sistem Ünitesine Yönelik Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramalar

Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı'nda yer alan Atom ve Periyodik Sistem ünitesi, alanyazında en fazla yanlış kavramanın rastlandığı ünite. Alanyazından belirlenen bu üniteye yönelik yanlış kavramalar; atom, atom altı tanecikler, atomların şekli, atomların büyüklüğü, orbital, periyot/grup, metalik/ametallik özellik, yarı metaller, halojenler, soy gazlar, alaşımlar ve periyodik eğilimler kavramlarında toplanmaktadır. Bu kavramlara yönelik yanlış kavramaların frekans değerleri ile yüzdelik dağılımları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5

Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramların "Atom ve Periyodik Sistem" Ünitesi Kavramlarına Göre Dağılımı

Kavram	f	%
Atom	32	28,57
Atom altı tanecikler	18	16,07
Atomların şekli	7	6,25
Atomların büyüklüğü	13	11,61
Orbital	3	2,68
Periyot/Grup	2	1,79
Metalik/Ametalik özellik	17	15,18
Yarı metaller	3	2,68
Halojenler	1	0,89
Soy gazlar	3	2,68
Alaşımalar	5	4,46
Periyodik eğilimler	8	7,14
Toplam	112	100

Tablo 5'e göre Atom ve Periyodik Sistem ünitesine ait yanlış kavramların atom (%28,57), atom altı tanecikler (%16,07), metalik/ametallik özellikler (%15,18) ve atomların büyüklüğü (%11,61) kavramları üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu nedenle bu konuların öğrencilere öğretilmesi sürecinde öğretmen ve öğretmen adaylarının çok daha dikkatli olması gerekmektedir. Bununla birlikte periyodik eğilimler (%7,14), atomların şekli (6,25), orbital (%2,68), yarı metaller (%2,68), soy gazlar (%2,68), periyot/grup (%1,79) ve halojenler (%0,89) konularında yanlış kavramlara daha az rastlanmaktadır.

Alanyazında Atom ve Periyodik Sistem ünitesiyle ilgili yapılan ve çalışma kapsamına dâhil edilen araştırmaların incelenmesi sonucunda toplam 112 adet yanlış kavrama olduğu belirlenmiştir. Belirlenen yanlış kavramların üniteye göre kavramlara göre gruplandırılmış hâli Tablo 6'da detaylı olarak sunulmuştur.

Tablo 6

Atom ve Periyodik Sistem Ünitesine Yönelik Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramlar

Kavram	Yanlış Kavrama	Kaynak
Atom	Maddenin atomlardan değil toz ve mikrop gibi farklı maddelerden oluştuğunu düşünme.	6
	Bazı maddeler atomlardan oluşur.	7
	Maddenin tanecikleri hareket halinde değildir, dışarıdan uygulanan kuvvetlerle hareket ettirilebilir.	7, 8, 9
	Atoma; maddelerin genişleme, kasılma, erime, patlama, donma, genleşme veya büyüme gibi özelliklerinin yüklenmesi.	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

	Bütün atomlar canlıdır.	7, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24
	Sadece bazı atomlar canlıdır.	6, 13, 24, 25
	Atomlar hareket ettikleri için canlıdır.	6, 13, 19, 24, 25, 26
	Madde hareketli olduğunda atomları da hareket eder.	7
	Atomun çekirdeği atomun çalışmalarını kontrol eder.	6, 7
	Çekirdekten atom oluşur.	7, 27, 28
	Atom, maddenin en küçük yapıtaşdır.	10, 16, 18, 19, 28, 29, 30
	Alüminyum ve demir atomları proton, nötron ve elektron içerdiklerine göre bu iki atom da aynıdır.	19
	Atomu dıştan saran ve koruyan bir zar vardır.	19, 31
	Çekirdek, etrafındaki bütün elektronları eşit kuvvette çeker.	19
	Bir moleküldeki tüm atomlar aynıdır.	32
	Sadece tek bir atom vardır.	16, 32, 33
	Atomlar arasında madde vardır.	13
	Madde, sürekli bir yapıya sahiptir ve atom ya da moleküller arasında boşluk yoktur.	13, 33
	Katı maddelerin atomları hareket etmez.	9, 15, 20, 21, 23
	Canlılarda bulunan atomlar canlı, cansızlarda bulunan atomlar cansızdır.	20, 21
	Maddeyi oluşturan tanecikler arasında hava bulunur.	20, 21
	Maddeyi oluşturan tanecikler arasında atom bulunur.	20, 21
	Atomlar renklidir.	25
	Altın sarı renkte olduğuna göre altını oluşturan atomlar da sarı renktedir.	19, 33
	Farklı maddelerin atomlarının rengi de farklıdır.	10, 28, 33
	Atom kendisini oluşturan maddenin makroskobik özelliklerine sahiptir.	13, 15, 16, 28, 33, 34
	Atomun yapısı, güneş sistemi modeline benzer.	35
	Atom parçalanamaz, bölünemez.	16, 28, 30
	Atom çekirdekleri bölünebilir.	6
	Madde sonunda hiçbir şey kalmayana kadar bölünebilir.	25
	Opak maddeler opak moleküllere sahiptir.	36
	Atom kürenin içindeki bileşenleri temsil eden noktaların kullanıldığı bir çembere benzer.	37
Atom altı tanecikler	Elektronlar belli bir yörüngede hareket eder.	7, 13, 19, 28, 29, 30, 38, 39
	Elektronlar yörünge ile çekirdek arasında dolaşır.	7, 27, 28, 39, 40
	Nötronlar atom nötr olduğunda ortaya çıkar.	7
	Elektronlar, proton ve nötrondan daha ağır parçacıklardır.	19
	Elektronlar, fiziksel olarak protonlardan daha büyüktür.	19, 29
	Çekirdekte bulunan proton ve nötronlar aynı kütleyle sahiptir.	19
	Elektronların kütleleri yoktur.	19, 32
	Atomu oluşturan proton, nötron ve elektronlar renksiz oldukları için atomu göremeyiz.	6, 13, 19, 25, 33, 41
	Atomun yapısında sadece elektronlar ve protonlar temel parçacıklardır.	19, 28
	Protonların kütlesi bir gramdır.	32
	Protonlar; Bohr atom teorisine göre merkezde toplanırken, Modern atom teorisine göre her yere eşit miktarda dağılır.	39
	Bir atomda proton ve nötron sayısı birbirine eşittir.	42
	Elektron, çekirdeğin çevresinde belirli orbitallerde yüksek hızlarla hareket eder.	27, 40, 43
	Elektronlar çok küçük ve hızlı oldukları için yerlerini tam olarak belirtemeyiz.	27, 30, 39, 40, 43, 44, 45
	Elektron çiftleri çekirdek etrafında dönerken aynı yönde hareket eder ve birbirlerini iterler ancak çekirdekteki (+) yüklü protonlar bu itmeyi azaltır.	46
	Elektron çiftleri çekirdek etrafında dönerken birbirlerine zıt yönde hareket eder ve elektronların birbirlerini itmesi azalır.	46
	Elektron kabukları atomları koruyan ve saran kabuklardır.	6

	Elektron bulutları elektronların çok sıkı bir şekilde düzenlendiği farklı birer yapıdır.	6	
Atomların şekli	Atomların tamamı, içi dolu katı bir küreye benzer.	6, 7, 13, 16, 19, 23, 25, 27, 28, 30, 33, 37, 38	
	Atomlar yuvarlaktır.	13, 28, 38	
	Bir maddeyi oluşturan atomlar o madde ile aynı şekildedir.	16	
	Atomlar yassıdır.	13, 27	
	Bir atom birçok nokta (daire) ile temsil edilir.	13, 25, 27, 28, 33, 37, 38	
	Aynı maddeden yapılsalar bile şekilleri farklı olan cisimlerin atomları da farklıdır.	20, 21, 33	
	Bakır veya demir bir tel dövülerek düzleştirildiğinde atomları da ezilir yassılaşır.	7, 12, 20, 21, 27, 33, 47	
Atomların büyüklüğü	Moleküller ufak olur, atomlar büyüktür.	13, 16, 27	
	Atomlar mikroskopla /teleskopla/büyüteçle görülebilir.	6, 7, 9, 13, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 33, 48, 49, 50, 51	
	Atom elektro mikroskopla görülebilir.	28, 48	
	Atomlar görülebilecek kadar küçüktür.	7, 13	
	Günlük hayattaki büyüklükler ile atom büyüklüğü kıyaslanabilir.	7	
	Bütün atomlar aynı büyüklüktedir.	7, 13	
	Bütün atomlar aynı ağırlığa sahiptir.	7, 13, 41	
	Atomların ağırlığını elektron ve yörünge sayıları da etkiler.	7	
	Atomların büyüklüğünü çekirdek belirler.	7	
	Cisimler aynı maddeden yapılsa bile farklı boyutlarda olduğunda atomların büyüklüğü de farklıdır.	16	
	Atom boyutunu esas olarak proton sayısı belirler.	13	
	Atom/molekül kütlesi fiziksel duruma göre değişebilir.	16, 18, 33	
	Atom mikroplarla aynı boyuttadır.	28, 50	
	Orbital	Bir orbitalde kaç elektron bulunduğu, orbitale bağlıdır.	35
		Bir orbitalde yönleri farklı toplam dört elektron bulunur.	35
Orbital, gezegenin hareket ettiği yörüngedir veya orbital elektronun çekirdek etrafında döndüğü yörüngedir.		52	
Periyot/ Grup	Periyodik cetvelde yatay sütunlar yan olduğu için grup olarak isimlendirilir.	26, 53	
	Periyot; adı üzerinde diktir, sütundur.	26, 53	
Metalik/ Ametalik özellik	Metallerin çoğu periyodik cetvelin sağında bulunur.	53	
	Gruplarda hep metaller vardır.	53	
	Hidrojen metaldir.	3, 26	
	Demir, bakır ve azot doğada buldukları için metaldirler.	53	
	Alkaliler periyodik cetvelin en son grubunda yer alırlar.	53	
	Alkaliler asittirler, yanıcı ve yakıcıdır.	53	
	Metaller her zaman katı hâlde bulunur; bu, metalleri ametallerden ayıran en önemli özelliktir.	54	
	Metaller periyodik cetvelin daha çok sağında bulunurlar; çünkü demir sağdadır.	54	
	Metaller çok yüksek erime noktasına sahiptirler; bu yüzden yapıları oldukça büyüktür ve elektron vermeye isteksizdirler.	54	
	Metaller parlak değildir, yoğundur; ametaller parlaktır, yoğun değildir.	2, 54	
	Metaller elektron alırlar, ametaller ise elektron verirler.	54	
	Metaller elektron verdikleri için (-) değerlikli, ametaller elektron aldıkları için (+) değerliklidir.	54	
	Metaller ısıyı iletmezler, ametaller iletirler.	54	
	Metaller sıvı hâlde, ametaller katı hâlde bulunurlar.	54	
	Ametaller metal olmayan maddelerin hepsidir.	3	
	Ametaller sıvı olup, bileşik oluşturmazlar.	53	
	Ametaller tel ve levha hâline gelir.	2	
Yarı	Yarı metallerin hepsi gazdır. Çünkü periyodik cetvelin	53	

metaller	sağındadırlar.	
	Yarı metaller doğada bulunmazlar, asal metaller doğada bulunurlar.	54
	Yarı metallerin yapısında elektron bulunmaz; çünkü metal değildirler.	54
Halojenler	Halojenler sıvıdır, çünkü cıva sıvıdır.	53
Soy gazlar	Soy gazlar asal olduklarından dolayı element hâlinde dirler.	53
	Soy gazlar gaz oldukları için bileşik oluşturmazlar.	53
	Soy gazlar reaksiyona girebilir.	3
Alaşım lar	Alaşım lar metal ve ametallerden oluşur, her zaman katıdır lar.	54
	Metaller (+) değerlikli oldukları için alaşım lar da (+) değerlikli olurlar.	54
	Alaşım ların içinde proton ve nötron bulunur.	54
	Alaşım lar metalden oluşur; o yüzden altın, demir alaşım dır.	54
	Çelik bir metaldir.	53
Periyodik eğilimler	Atom ların son yörüngelerinde kaç elektronu varsa o kadar iyonlaşma enerjisine sahiptir.	55
	Atom larından sadece son yörüngelerindeki elektron lar koparılabilir.	56
	Apolar moleküllerde bulunan bütün atom ların elektronegatiflikleri aynıdır.	57
	İyonlaşma enerjisi ve elektronegatiflik yukarıdan aşağıya doğru artar.	58
	En az aktif olan element elektron verme eğilimindedir.	59
	Atom yarıçapı soldan sağa doğru artar ve yukarıdan aşağıya doğru azalır.	58, 60, 61
	Katyonun yarıçapı nötr atom dan daha büyüktür.	61
	Anyonun yarıçapı nötr atom dan daha küçüktür.	61

[2] Geçgel ve Şekerçi (2018); [3] Altinyüzük (2008); [6] Harrison ve Treagust (1996); [7] Tezcan ve Salmaz (2005); [8] Ayyıldız ve Tarhan (2013); [9] Lee vd. (1993); [10] Albanese ve Vicentini (1997); [11] Andersson (1990); [12] De Vos ve Verdonk (1996); [13] Griffiths ve Preston (1992); [14] Johnson (1998); [15] Özalp (2008); [16] Özgür (2007); [17] Pereira ve Pestana (1991); [18] Pideci (2002); [19] Demircioğlu vd. (2012); [20] Duran vd. (2011); [21] Kuşakçı Ekim (2007); [22] Meşeci vd. (2013); [23] Salmaz (2002); [24] Ünal ve Zollman (1999); [25] Yeğnidemir (2000); [26] Kartal (2017); [27] Demirci vd. (2016); [28] Çökelez ve Yalçın (2012); [29] Akyol (2009); [30] Kaya (2010); [31] Yalçın ve Kılıç (2005); [32] Osborne ve Cosgrove (1983); [33] Say (2011); [34] Ben-Zvi vd. (1988); [35] Sarıkaya (2001); [36] De Vos ve Verdonk (1987); [37] Alkan vd. (1998); [38] Karagöz ve Sağlam Arslan (2012); [39] Kahraman ve Demir (2011); [40] Baybars ve Küçüközer (2014); [41] Renström vd. (1990); [42] Schmidt vd. (2003); [43] Ireson (1999); [44] Gülçiçek vd. (2003); [45] Müller ve Wiesner (2002); [46] Mirzalar Kabapınar ve Adik (2006); [47] Ben-Zvi vd. (1986); [48] Bektaş (2003); [49] Charlet-Brehelin (1998); [50] Nakhleh ve Samarapungavan (1999); [51] Nakhleh vd. (2005); [52] Kadayıfçı (2001); [53] Karamustafaoğlu vd. (2005); [54] Karamustafaoğlu ve Ayas (2002); [55] Taber (1999); [56] Tan vd. (2005); [57] Öztürk Ürek ve Tarhan (2005); [58] Çelikler ve Kara (2012); [59] Bilgi ve Şahin (2012); [60] Salame vd. (2011); [61] Karakırık ve Kabapınar (2019)

Kimyasal Türler Arası Etkileşimler Ünitesine Yönelik Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramalar

Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı'nda yer alan Kimyasal Türler Arası Etkileşimler ünitesi, alanyazında yanlış kavramaların sık görüldüğü bir diğer ünitedir. Alanyazından belirlenen bu üniteye yönelik yanlış kavramalar; kimyasal bağ, molekül, moleküler geometri, lewis yapısı, kovalent bağ, iyonik bağ, metalik bağ, hidrojen bağı, polarite, moleküller arası etkileşim, bağ enerjisi, fiziksel ve kimyasal değişimler konuları altında toplanmaktadır. Bu kavramlara yönelik yanlış kavramaların frekans değerleri ile yüzdelik dağılımları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7

Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramların "Kimyasal Türler Arası Etkileşimler" Ünitesi Kavramlarına Göre Dağılımı

Kavram	f	%
Kimyasal bağ	17	21,25
Molekül	2	2,50
Moleküler geometri	5	6,25
Lewis yapısı	2	2,50
Kovalent bağ	6	7,50
İyonik bağ	11	13,75
Metalik bağ	1	1,25
Hidrojen bağı	2	2,50
Polarite	9	11,25
Moleküller arası etkileşim	6	7,50
Bağ enerjisi	2	2,50
Fiziksel ve Kimyasal değişimler	17	21,25
Toplam	80	100

Tablo 7'ye göre kimyasal bağ (%21,25), fiziksel ve kimyasal değişimler (%21,25), iyonik bağ (%13,75), polarite (%11,25) kavramları yanlış kavramaların daha sık rastlandığı kavramlardır. Kimya öğretmenleri ve öğretmen adaylarının bu kavramlara dikkat etmesi, ünitenin doğru öğretilmesi ve dolayısıyla anlamlı öğrenilmesine katkılar sağlayacaktır. Bununla birlikte kovalent bağ (%7,50), moleküller arası etkileşim (%7,50), moleküler geometri (%6,25), molekül (%2,50), hidrojen bağı (%2,50), bağ enerjisi (%2,50), lewis yapısı (%2,50) ve metalik bağ (%1,25) öğrencinin zihninde görece daha az yanlış kavrama yaratan kavramlardır.

Kimyasal Türler Arası Etkileşimler ünitesiyle ilgili yapılan ve çalışma kapsamına dâhil edilen araştırmaların incelenmesi sonucunda toplam 80 adet yanlış kavrama olduğu belirlenmiştir. Belirlenen yanlış kavramaların üniteye göre gruplandırılmış hâli Tablo 8'de detaylı olarak sunulmuştur.

Tablo 8

Kimyasal Türler Arası Etkileşimler Ünitesine Yönelik Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramalar

Kavram	Yanlış Kavrama	Kaynak
Kimyasal bağ	Bağlanma, atomlardan birinin elektronunun iki atom arasında bölünmesidir.	62, 63, 64, 65
	Atomlar küçük bir iple birbirine bağlıdır.	3
	Alaşımın kimyasal bağlarla oluşur.	66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73

	Bağ sayısı, elementlerin değerlik elektron sayısı kadardır.	66, 74
	Bağlanma esnasında iki atomun elektronları birleşirler ve bu şekilde iki atom birbirine bağlanır.	64, 66
	İki atom da bağ elektronlarını eşit oranda çeker yoksa bağ kırılır.	46, 66
	İki atomun elektronları başa eşit oranda katılır.	46, 66
	Son yörüngedeki iki elektron birbiri ile bağlanır.	46, 64
	Kimyasal bağ, yalnızca atomlardan birinin son yörüngesindeki elektronu diğer atoma vermesiyle oluşur.	46, 64
	Atomlar bağ yaptıklarında, ortaklaşa kullanılan elektronlar serbest değildir, hareket edemez.	46, 64
	Elektronlar iki atomun kesişim bölgesinde bulunur.	46, 64
	İki atom çekirdekleri tarafından zıt yönde çekilmesi nedeniyle elektronlar sadece titreşir.	46, 64
	Hâl değişimi kimyasal bağın bir kanıtıdır.	46, 66, 75, 76
	Ortaklaşa kullanılan elektronlar, atomlar farklı türde olsalar da atomlara aynı uzaklıkta bulunur.	63, 64, 67, 77, 78, 79, 80
	Ortaklaşa kullanılan elektronların pozisyonu, bağı oluşturan atomların yarıçapını etkiler.	63, 78, 79
	H ₂ O'nun ısıtılmasıyla H ve O arasındaki bağı çekim kuvveti azalır.	66, 75, 76, 81
	Isı, kimyasal bağın hâl dönüşümlerine neden olur.	66, 75, 76, 81
Molekül	Molekül, aynı cins atomların kovalent bağla; bileşik ise farklı cins atomların iyonik bağla oluşturdukları en küçük birimdir.	57
	Sodyum klorür kovalent bağla birbirine bağlanan sodyum ve klor atomlarından oluşan bir moleküldür.	62, 65, 72, 82, 83, 84, 85, 86, 87
Moleküler geometri	Molekül şekli sadece başa katılan elektron çiftleri veya sadece bağ yapmayan elektron çiftleri arasındaki itme kuvvetine bağlıdır.	63, 64, 67, 77, 78, 80, 88, 89, 90
	Bağ polarlığı molekül şeklini belirler.	57, 64, 74, 77, 80, 89, 91, 92
	Bağ yapımına katılmayan elektron çiftleri, bağ yapan elektron çiftlerinin pozisyonunu etkiler.	63, 78, 79
	Molekül şeklini, atomları arasındaki elektronegativite farkı belirler.	63, 74, 78, 79
	Bir molekülün geometrik şekli, sahip olduğu bağ yapmayan elektron çiftleri tarafından belirlenir.	63, 64, 67, 77, 78, 79, 80
Lewis yapısı	Azot atomu bağda beş elektron çiftini paylaşabilir.	57, 74, 77, 80, 87, 91
	Lewis kuramı, iyonik ve kovalent bağlı molekül ve çok atomlu iyonların geometrik yapılarını veya şekillerini açıklamada tamamen yeterlidir.	89
Kovalent bağ	Kovalent bağ iyonik bağdan daha zayıftır dolayısıyla kolaylıkla kırılabilir.	65, 70, 93
	Kovalent bağ, iki ametal arasındaki elektron alış-verişi sonucu oluşur.	57, 62, 63, 64, 66, 67, 70, 94, 95, 96
	Hidroksil iyonunda oksijen ve hidrojen arasında ikili kovalent bağ olmalıdır.	57, 87
	Kovalent bağ ametal ve metal atomları arasında oluşur.	2, 3, 64, 65, 95
	Kovalent bağların tümünde bağ elektronları, bağı oluşturan atomlar arasında eşit olarak paylaşılır.	46, 62, 63, 64, 67, 69, 82, 87, 97
	Bir madde faz değiştirdiği zaman moleküller arası kovalent bağlar kırılır.	97
İyonik bağ	HCl gibi hidrojen içeren bileşikler iyonik yapıdadır.	3, 57, 70, 87, 98
	İyonik bağ sadece ametaller arasında elektronların paylaşımıyla oluşur.	2, 64, 65, 87, 96
	İyonik bağ ametal atomları arasında elektron aktarımı ile olur.	2, 63, 64, 87, 96
	İyonik bağ metal atomları arasında gerçekleşir.	64, 65
	İyonik bağ, katı veya sıvı maddeler arasındadır.	63, 64, 65, 66, 99
	İyonik bağlı bileşiklerin erime noktaları düşüktür.	66
	Zıt yüklü iki iyon arasında her zaman bir adet iyonik bağ oluşur.	85

	İyonik yapılar, iyonik bağ yapan atomların oluşturduğu moleküllerden meydana gelir.	62, 67, 74, 83, 100
	İyonik bağda elektronlar atomlar arasında paylaşılır.	62, 63, 64, 65, 94, 95, 100, 101
	Su molekülleri arasındaki bağ iyonik bağlıdır.	62, 63, 65, 94, 95, 100
	Pozitif iyonlar her zaman negatif iyonları çeker, çünkü bu iyonlar sabit değerleri hareketlidir.	84
Metalik bağ	Metalik bağ, iyonik ve kovalent bağlar gibi elektron alışverişi ya da ortaklaşması sonucu oluşur.	63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 87, 90, 96
Hidrojen bağı	Hidrojen bağları kimyasal bağlar arasında en kuvvetli bağlıdır. Hidrojen bağı hem molekül içinde hem de moleküller arasında gerçekleşir.	64
Polarite	Bir moleküldeki atomlar aynı elektronegativiteye sahipse apolar molekül oluşur.	57, 63, 64, 74, 77, 80, 91
	Bağ polarlığı, bağa katılan her bir atomun değerlik elektron sayısına bağlıdır.	74, 77, 89, 91
	İyonik yük bağın polarlığını belirler.	67, 74, 77, 89, 91
	Polar bağ içeren moleküller polardır.	77, 89
	Moleküller; apolar kovalent bağlı ise yüksüz, polar kovalent bağlı ise yüklüdür.	57, 70, 77
	Polar kovalent bağda elektronlar her iki atoma eşit uzaklıktadırlar.	64, 98
	Polarlık ve apolarlık bir bağ türüdür.	62, 95, 98
	Bağ polarlığı (+) ve (-) yüklerin çekim gücündeki farklılıktan kaynaklanır.	63, 77, 79
	Molekül polarlığı, atomlar arasındaki elektronegativite farkından kaynaklanır.	63, 74, 78, 79
Moleküller arası etkileşim	Molekül içinde moleküller arası bağlar vardır.	57, 64, 74, 77, 91
	Kuvvetli moleküller arası bağlar kovalent örgülü katılarda bulunur.	65, 77, 80
	Dipol dipol kuvvetler Van Der Waals kuvvetlerinden daha zayıftır.	63, 64
	Moleküller arasında herhangi bir etkileşim veya kuvvet yoktur.	64
	Moleküller arasındaki bağlar kovalent bağlıdır.	66, 70, 93
	Moleküller arası bağlar molekül içi bağlardan daha kuvvetlidir.	66, 97, 102
Bağ enerjisi	Kimyasal bağların oluşumu için enerjinin kullanılması gerekir.	66, 103, 104, 105, 106, 107
	Sıcaklık arttıkça bağlar zayıflayacağından bağ uzunluğu artar.	13, 63, 64, 90, 98, 108
Fiziksel ve Kimyasal değişimler	Hâl değişimlerinde madde miktarında azalma veya artma olur.	3
	Katıların, sıvı ve gaz hâline geçmeleri atomların şeklinde (büzüşme, yumuşama) değişime sebep olur.	3
	Kimyasal değişime uğrayan madde, aynı zamanda fiziksel değişim geçiremez.	2, 109
	Çözünme, molekül içi kimyasal bağlara etki ettiğinden tüm çözünme örnekleri kimyasal değişimdir.	66, 75, 76, 81, 109, 110
	Donma, erime, kaynama, buharlaşma gibi hâl değişimleri sırasında kimyasal özellikler değiştiğinden bu değişimler kimyasaldır.	3, 109, 110
	Fiziksel değişimler tersine çevrilebilir, kimyasal değişimler geri döndürülemez değişimlerdir.	109, 110, 111, 112
	Faz değişimleri sırasında molekül içi bağlar kopar.	113
	Gaz, kabarcık veya buhar oluşumuna neden olan değişiklikler her zaman kimyasal değişikliklerdir.	109, 110
	Hâl değişimi sırasında maddenin yoğunluğu değiştiği için kimliği de değişir ve bu nedenle kimyasal bir değişimdir.	109
	Saf maddelerdeki değişimler fiziksel değişimlerdir.	109
	Fiziksel değişimlerde moleküller, kimyasal değişimlerde atomlar bölünür.	109
	Aynı maddede hem fiziksel hem de kimyasal değişimler gözlenmez.	109

Küp şeker toz hâline getirilirse şeker tanecikleri küçülür.	109
Kimyasal değişimler sırasında moleküllerin yapısı değişmez.	109, 114
Oksidasyon gibi olaylarda maddenin iç yapısı aynı kalırken dış yapısı değişir, bu nedenle bu değişiklikler fizikseldir.	115, 116
Tüm maddeler ısıtıldıklarında kimyasal olarak değişirler.	11, 109
Bir maddenin görünüşündeki değişimler fiziksel değişimlerdir ve kimyasal değişimlerde maddenin görünüşünde herhangi bir değişiklik olmaz.	109, 117

[2] Geçgel ve Şekerci (2018); [3] Altinyüzük (2008); [11] Andersson (1990); [13] Griffiths ve Preston (1992); [46] Mirzalar Kabapınar ve Adik (2006); [57] Öztürk Ürek ve Tarhan (2005); [62] Boo (1998); [63] Demircioğlu ve Baykan (2011); [64] Ünal (2002); [65] Ünal vd. (2006); [66] Şen ve Yılmaz (2013); [67] Atasoy vd. (2003); [68] Awan vd. (2012); [69] Can ve Harmandar (2004); [70] Coll ve Taylor (2001); [71] Coll ve Taylor (2002); [72] Taber (1998); [73] Acar ve Tarhan (2008); [74] Peterson vd. (1989); [75] Barker (1995); [76] Taber (1993); [77] Birk ve Kurtz (1999); [78] Canpolat vd. (2003); [79] Özmen (2007); [80] Peterson ve Treagust (1989); [81] Mirzalar Kabapınar ve Adik (2005); [82] Baykan (2008); [83] Butts ve Smith (1987); [84] Doğan ve Demirci (2011); [85] Kayalı ve Tarhan (2004); [86] Taber (1994); [87] Tosun Okatan (2018); [88] Furio ve Calatayud (1996); [89] Yılmaz ve Morgil (2001); [90] Ünal (2007); [91] Özmen (2004); [92] Poyraz (2006); [93] Barker (2000); [94] Nicoll (2001); [95] Tan ve Treagust (1999); [96] Yıldırım (2020); [97] Peterson vd. (1986); [98] Ünal vd. (2002); [99] Boz (2006); [100] Taber (1997); [101] Eshach ve Garik (2001); [102] Goh vd. (1993); [103] Andersson ve Renström (1981); [104] Mirzalar Kabapınar (2008); [105] Barker ve Millar (1999); [106] BouJaoude (1991); [107] Boo ve Watson (2001); [108] Treagust (1988); [109] Tarhan vd. (2013); [110] Tsapalis (2003); [111] Gabel (1999); [112] Geban ve Bayır (2000); [113] Kiokaew (1989); [114] Nakhleh (1992); [115] Çalık ve Ayas (2002); [116] Özmen vd. (2002); [117] Liu ve Lesniak (2006)

Maddenin Hâlleri Ünitesine Yönelik Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramalar

Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı'nda yer alan Maddenin Hâlleri ünitesi, alanyazında yanlış kavramanın en fazla görüldüğü ikinci ünedir. Çalışma kapsamında alanyazından belirlenen bu yanlış kavramalar; maddenin katı hâli, maddenin sıvı hâli, maddenin gaz hâli, hâl değişimleri, kaynama ve buhar basıncı kavramları altında gruplandırılmıştır. Bu kavramlara ait yanlış kavramaların frekans değerleri ve yüzdelik dağılımları Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9

Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramaların "Maddenin Hâlleri" Ünitesi Kavramlarına Göre Dağılımı

Kavram	f	%
Maddenin katı hâli	11	11,70
Maddenin sıvı hâli	12	12,77
Maddenin gaz hâli	16	17,02
Hâl değişimleri	31	32,98
Kaynama	20	21,28
Buhar basıncı	4	4,26
Toplam	94	100

Tablo 9'a göre Maddenin Hâlleri ünitesine ait en fazla yanlış kavramanın %32,98 ile hâl değişimleri kavramında görüldüğü; bunu sırasıyla kaynama (%21,28), maddenin gaz hâli

(%17,02), maddenin sıvı hâli (%12,77), maddenin katı hâli (%11,70) kavramlarının takip ettiği görülmektedir. Son olarak bu üniteye yönelik en düşük yanlış kavramaya sahip olan kavramın ise buhar basıncı (%4,26) olduğu görülmektedir.

Alanyazın taraması ile elde edilen Maddenin Hâlleri ünitesine yönelik 96 adet yanlış kavrama, üniteye yönelik kavramlara göre gruplandırılarak alındığı kaynak bilgisi ile birlikte Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10

Maddenin Hâlleri Ünitesine Yönelik Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramalar

Kavram	Yanlış Kavrama	Kaynak
Maddenin katı hâli	Katılar çok sıvıdır ama sıvı ve gazlar boşluklu ve aynı yapıdadır.	118, 119, 120
	Katı hâl maddenin en düzenli hâli olduğu için atomlar hareket etmez.	15
	Katılar eridiğinde, su oluşur.	8, 121
	Katılarda moleküller sıvılara ve gazlara kıyasla daha serttir.	8, 9
	Madde sadece katıdır, sıvı veya gaz madde değildir.	8, 122
	Su molekülleri katı kürelerden oluşur.	8, 123
	Su molekülleri katı olduğu için bulunduğu kaba göre şekli değişmez.	15
	Su katı hâldeyken moleküllerinin boyutu en küçüktür çünkü katıdan sıvıya molekül hacmi artar.	15
	Hem buz hem su molekülleri katıdır çünkü moleküller her zaman katı hâlde bulunur.	15
	Buz katı olduğu için molekülleri katıdır.	15
Maddenin sıvı hâli	Demir katı hâldeyken atomları hareket etmez çünkü katı hâlde atomlar arasında boşluk yoktur.	15
	Sıvı veya su her zaman gazdan daha ağırdır.	8, 122
	Sıvılarda moleküller arasında oldukça fazla boşluk vardır.	8, 121
	Su molekülleri bir faz içinde farklı boyutlara sahip olabilir.	8, 13
	Su ve hava, diğer maddelerin içinde homojen olarak bulunur.	8, 41, 124
	Sıvılar (şırıngadaki su gibi) sıkıştırılabilir.	8, 126
	Suyun içindeki safsızlıklar buharlaşabilir.	8, 127
	Sıvılarda çekim fazladır çünkü sıvıyı parçalayamayız.	119, 128
	Katı hâldeki su; en ağır, en büyük moleküllere sahiptir.	8, 121
	Su moleküllerinin şekli bulunduğu kaba göre değişir çünkü su molekülleri esnekler.	15
Maddenin gaz hâli	Su sıvı olduğu için molekülleri sıvıdır.	15
	Su sıvı hâldeyken moleküllerinin boyutu daha büyüktür çünkü katıdan sıvıya molekül hacmi artar.	15
	Hem buz hem su molekülleri sıvıdır çünkü moleküller her zaman sıvı hâlde bulunur.	15
	Gazların kütlesi (veya ağırlığı) yoktur.	8, 121, 122, 129, 130, 131
	Gazlar yer kaplamaz.	8, 131, 132
	Gazların belirli şekli veya hacmi vardır.	8, 133
	Gazların şekli yoktur.	8, 134
	Gazlar birbirleri ile karışmaz.	8, 133, 134
	Gazlar homojen olarak dağılmaz.	8, 9, 125
	Gazlar ağırlığı küçük olduğu için yükselir.	8, 124, 129
Gazlar görünmez maddedir.	8, 131, 134	
Gazlar sadece bir yönde kuvvet uygular.	8, 132, 135	
Gazın üstündeki havanın ağırlığı nedeniyle gazlar basınç	8, 136	

	uygulayabilir.	
	Gaz taneciklerinin arasında hava, vs. vardır.	8, 124
	Gaz molekülleri düzenli yapıdadır.	8, 127
	Gaz tanecikleri arasındaki boşluk çok azdır.	8, 137
	Kapalı kaptaki gaz molekülleri ısıtıldığında, taneciklerin çoğu kabın üst tarafında toplanır.	8, 9, 124, 125, 129
	Gaz soğutulduğunda hacmin azalmasının nedeni, moleküler hareketliliğin azalmasından daha çok, tanecikler arasındaki çekim kuvvetlerinin artmasıdır.	8, 132
	Buhar ve gaz kavramları aynı şeydir.	8, 138
Hâl değişimleri	Madde düzensiz hâlden düzenli hâle geçerse sıcaklık azalır.	139, 140, 141, 142, 143, 144
	Sıcak ortama konan her madde eriyebilir.	118, 119
	Erime sırasında madde ısı verir.	118, 119, 140, 145
	Erime ve donma ilişkisiz olaylardır.	118, 119, 145
	Isıtılan her madde erir, soğutulan maddeler ise donar.	118, 119, 145
	Erime, donma, buharlaşma ve kaynama ısıları maddeden maddeye değişmeyen değerlerdir.	118, 119, 145, 146
	Kar yeri kayganlaştırır, tuz atınca yol pütürlü olur, sürtünmeyi artırır ve böylelikle kaymaz.	118, 119, 145, 147
	Tuz karı eritir bu nedenle yerlere tuz atarlar.	119, 120, 145, 147
	Su donarken ısısının tamamını verir.	140, 147
	Buharlaşmada ortam ısınır, mesela tencere kaynarken mutfak sıcak olur.	118, 119, 140
	Atom ve moleküller katı hâlden sıvı hâle, sıvı hâlden de gaz hâline geçerken büyür.	8, 11, 127
	Maddeler buharlaşırken ısı verir, ortamda serinlik olur.	118, 119, 145
	Koridorlar su ile yıkandığında, su yerden daha soğuk olduğu için, kısa bir süreliğine yerden ısı ve sıcaklığı alır ve ortam serinler.	140, 148
	Buharlaşma sonucu ortam ısınır.	118, 119, 140, 145
	Buharlaşma için belirli bir sıcaklık gereklidir.	118, 119, 120, 145, 146, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155
	Çekim kuvvetinin az olması maddenin buharlaşmasını zorlaştırır.	120
	Buharlaşma kaynama olunca olur, arka arkaya olurlar.	119, 120, 145, 146, 155, 156, 157, 158, 159
	Buharlaşma ve kaynama aynı olaylardır.	118, 119, 145, 157
	Buharlaşma ve kaynama olayı gerçekleşirken sıvı tanecikleri kendisini oluşturan atomlara ayrılır.	8, 160
	Buharlaşma sıvının her yönünde olur.	145, 146
	Su buharlaşırken bileşenlerine ayrılır.	15, 120, 158, 161
	Havadaki nem buharlaşmayı etkilemez	146
	Rüzgâr buharlaşmayı etkilemez.	146
	Ortamın ısı buharlaşmayı etkilemez.	146
	Kaynamakta olan suyu fazladan 10 dakika daha ısıttığımızda su buharlaştığı için suyun sıcaklığı artar.	145, 148
	Hâl değişim olaylarında maddenin tanecik miktarı değişir.	32, 122, 140, 162, 163
	Hâl değişimlerinde maddenin tanecik hareketi ve yapısı değişir.	32, 120, 122, 140, 145, 158, 163, 164, 165, 166
Hâl değişim olaylarında maddenin kütlesi değişir.	13, 15, 120, 140, 141, 146, 152, 165, 167, 168, 169, 170	
Hâl değişiminde sıcaklık değişir.	15, 120, 139, 140, 141, 142, 143, 145	
Buzdolabından çıkarılan şişenin üzerindeki damlacıklar havanın yoğuştuğunu gösterir.	143, 145, 156, 165	
Yoğunlaşma olayı buharlaşma ya da terlemedir.	154, 171, 172	
Kaynama	Buharlaşma sıvının alt tabakalarından itibaren başlamışsa bu duruma kaynama denir.	157

Saf suya tuz eklemek kaynama noktasını değiştirmez.	118, 119, 165
Tuzlu su, saf suya göre daha hızlı kaynar.	118, 119, 161, 165
Bir sıvının kaynayabilmesi için nem gerekir.	146
Bir sıvının kaynayabilmesi için rüzgâr gerekir.	146
Bütün sıvı maddeler aynı sıcaklıkta kaynar.	146
Kaynama sırasında yüzeydeki tanecikler gerekli enerjiyi alarak sıvıdan ayrılırlar.	120
Kaynama esnasında sıcaklık artar.	120, 161
Kaynama olayı sıvının alt kesiminde gerçekleşir.	8, 41
Kaynama olayı sıvı yüzeyinde gerçekleşen bir olaydır.	120, 146, 161
Kaynama sıcaklığı, o maddenin sıcaklığının artırılabilirdiği en yüksek sıcaklıktır.	120, 158, 161
Kaynama kimyasal bir reaksiyondur.	161
Her bir sıvının belli bir kaynama sıcaklığı vardır, dış basınç kaynama noktasına etki etmez.	120, 157, 161
Sıvıların kaynama noktasının değişmesinde sadece atmosfer basıncı etkilidir.	120, 161
Çözeltilerin kaynama noktaları kendilerini oluşturan saf sıvıların kaynama noktalarından her zaman yüksektir.	161
Kaynama buharlaşmanın hızlı şeklidir.	159, 161
Yükseklik arttıkça havanın uyguladığı basınç artacağından kaynama noktası artar.	120, 173, 174
Suyun kaynaması sırasında oluşan kabarcıkların içerisinde O ₂ , H ₂ gazları, hava, sıcak hava, ısı, basınç ve küçük su molekülleri vardır.	14, 15, 32, 120, 145, 146, 148, 150, 154, 156, 158, 161, 165
Isıtıcıda daha az su kullanıldığında, su daha düşük sıcaklıkta kaynar.	148
Sıvı üzerindeki basıncın yükseltilmesi kaynama noktasını azaltır.	8, 121
Buhar basıncı	
Sıvılar belli bir dereceye gelince kaynar, kaynama sonucu buhar oluşur, buhar arttığı için de buhar basıncı artar.	145, 146, 156
Molekül kütlesi düşük olan sıvının kaynama noktası da düşüktür ve buhar basıncı daha yüksektir.	157, 161
Saf suya atılan NaCl, buhar basıncını artırır.	161
Sıvı buhar dengesine göre; sıvı miktarı arttıkça denge sağa kayar, buhar miktarı artar ve denge buhar basıncı da artar.	8, 138

[8] Ayyıldız ve Tarhan (2013); [9] Lee vd. (1993); [11] Andersson (1990); [13] Griffiths ve Preston (1992); [14] Johnson (1998); [15] Özalp (2008); [32] Osborne ve Cosgrove (1983); [41] Renström vd. (1990); [118] Duman (2015); [119] Duman ve Avcı (2015); [120] Okumuş (2012); [121] Garnett vd. (1995); [122] Stavy (1990); [123] Griffiths ve Preston (1989); [124] Novick ve Nussbaum (1978); [125] Novick ve Nussbaum (1981); [126] Besson (2004); [127] Gabel vd. (1987); [128] Tatar (2011); [129] Mas vd. (1987); [130] Stavy (1988); [131] Stepans (1994); [132] Azizoğlu ve Geban (2004); [133] Rollnick ve Rutherford (1993); [134] Gürses vd. (2002); [135] Yalçınkaya (2010); [136] Nelson vd. (1992); [137] Benson vd. (1993); [138] Azizoğlu ve Alkan (2002); [139] Aytekin (2010); [140] Ural ve Başaran Uğur (2021); [141] Bayram (2010); [142] Demirci ve Sarıkaya (2004); [143] Gönen ve Akgün (2005); [144] Kocakulah ve Kocakulah (2002); [145] Demircioğlu vd. (2016); [146] Kırıkkaya ve Güllü (2008); [147] Borazan (2019); [148] Şendur vd. (2008); [149] Akgün vd. (2018); [150] Chang (1997); [151] Coştu ve Ayas (2005); [152] Karakuyu vd. (2007); [153] Ögünç ve Tarhan (2006); [154] Tytler (2000); [155] Valanides (2000); [156] Doğan (2007); [157] Aydoğan vd. (2003); [158] Küçük ve Genç (2004); [159] Çelik ve Çakır (2015); [160] Saydam (2013); [161] Coştu vd. (2007); [162] Özmen ve Kenan (2007); [163] Türkoğuz ve Yankayış (2015); [164] Akgün ve Aydın (2009); [165] Erdem vd. (2004); [166] Şen ve Yılmaz (2012); [167] Akgül (2010); [168] Erkaçan vd. (2012); [169] Keser, 2007; [170] Othman vd. (2008); [171] Demircioğlu vd. (2004); [172] Sökmen vd. (2000); [173] Pabuççu (2016); [174] Ünsal (2019)

Doğa ve Kimya Ünitesine Yönelik Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramalar

Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı'nda yer alan Doğa ve Kimya ünitesi, yanlış kavrama sayısının en az görüldüğü ikinci ünitedir. Alanyazından belirlenen bu üniteye

yönelik yanlış kavramaların; su, kirleticiler, küresel ısınma ve sera etkisi üzerine olduğu analiz edilmiş, frekans değerleri ile yüzdeler dağılımları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11

Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramaların “Doğa ve Kimya” Ünitesi Kavramlarına Göre Dağılımı

Kavram	f	%
Su	8	20,00
Kirleticiler	4	10,00
Küresel Isınma	13	32,50
Sera Etkisi	15	37,50
Toplam	40	100

Tablo 11 incelendiğinde yanlış kavramaların en fazla sırasıyla sera etkisi (%37,50), küresel ısınma (%32,50), su (%20) ve kirleticiler (%10) konularında dağıldığı görülmektedir.

Çalışma kapsamına dâhil edilen araştırmaların incelenmesinden elde edilen toplam 338 adet yanlış kavramanın 40 tanesinin Doğa ve Kimya ünitesine yönelik olduğu belirlenmiş olup bu yanlış kavramaların üniteye göre gruplandırılmış hâli Tablo 12’de sunulmuştur.

Tablo 12

Doğa ve Kimya Ünitesine Yönelik Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramalar

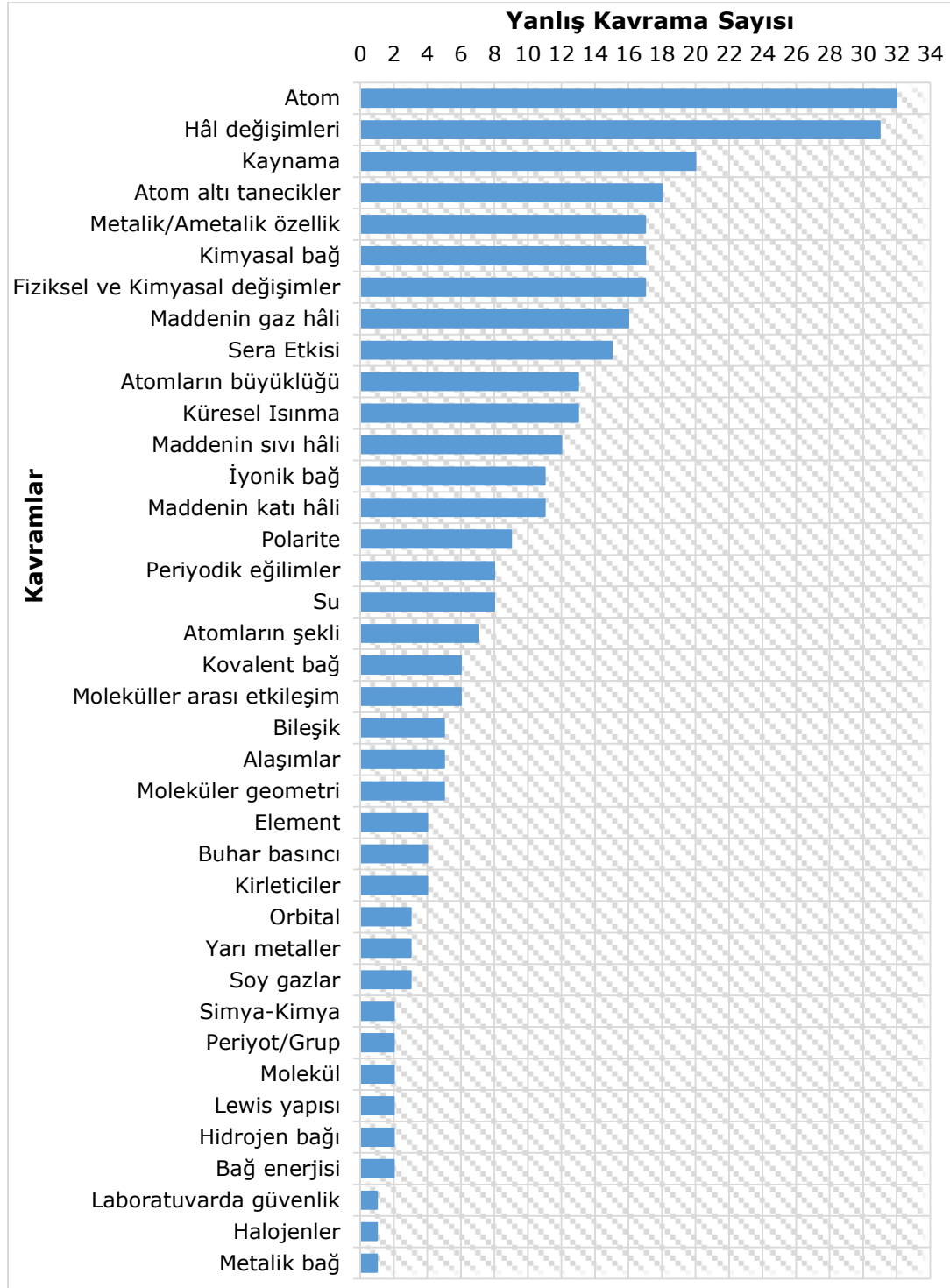
Kavram	Yanlış Kavrama	Kaynak
Su	Deniz suyu tarım arazilerinin sulanmasında kullanılabilir.	175
	Deniz suyuna şeker karıştırılırsa içme suyu olarak kullanılabilir.	175
	Organizmada su kaybı %10’u bulduğunda hayati tehlike başlar.	175
	Su yenilenemez bir kaynaktır.	175
	Su kullanıldığında yok olur.	175
	Saf su iletkenidir.	175
	İçme suyunun kalorisi çok yüksektir.	175
	İnsanlar, su ihtiyaçlarını yalnızca yer altı su kaynaklarından elde edebilir.	175
Kirleticiler	Nükleer atık, kimyasal atık ve karbon monoksit gibi kirleticiler hem sera etkisine hem ozon tabakasının incelmeye hem de asit yağmurlarına neden olur.	175
	Günlük çöp miktarının artışı karbondioksit gibi zararlı gazların daha çok yayılmasına neden olmaz.	176
	Atık yağlar suya ve toprağa zarar vermeyeceği için bu alanlara dökülebilir.	176
	Kâğıt ve yağlar geri dönüştürülebilir, fakat diğerleri atık olarak kalır.	176
Küresel	Küresel ısınma, dünya ve insanlar üzerinde olumlu yönde bir etki	177

Isınma	oluşturacaktır.	
	Küresel ısınma, ozon tabakasındaki incelmeden kaynaklanır.	178, 179, 180, 181, 182, 183
	Ozon tabakasının tahribatı/ Çölleşme/Sıcaklık artışı, küresel ısınmanın tanımıdır.	184
	Ozon tabakasındaki incelmeye, daha fazla güneş ışığının geçmesine neden olacağı için yeryüzünün daha fazla ısınmasına sebep olacaktır.	185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193
	Küresel ısınma, okyanusun daha çok ısındığı anlamına gelir.	194
	Daha az parfüm ve deodorant kullanmak küresel ısınmayı önler.	195, 196, 197
	Kurşunsuz benzin kullanımı küresel ısınmayı azaltır.	198, 199
	Radyoaktivite, küresel ısınmaya sebep olan önemli bir sorundur.	200, 201
	CO ₂ miktarındaki azalma, küresel ısınmaya yol açmaktadır.	200, 201
	Kara, deniz ve havanın ısınması, küresel ısınmaya sebep olur.	200, 201
	Kutuplardaki buzulların erimesiyle küresel ısınma arasında bir ilişki yoktur.	200, 201
	Suyun azalması, küresel ısınmaya neden olacaktır.	200, 201
	Küresel ısınma yüzünden dünyada daha çok çöl olacaktır.	202, 203
	Sera Etkisi	Sera etkisi, olumsuz sonuçlara neden olduğundan yaşam için gerekli değildir.
Sera etkisi, yeryüzünü tamamen olumsuz etkilemektedir.		192, 195
Dünyadaki açlık azaltılırsa, sera etkisi azalır.		201, 203, 204, 205, 206
Tarımda fazla hormon kullanımı, sera etkisini arttırmaktadır.		201, 203, 204, 205, 206
Asit yağmurları, sera etkisine neden olmaktadır.		201, 203, 204, 205, 206
Dünyaya gelen güneş ışınlarının artması, sera etkisine neden olmaktadır.		201, 203, 204, 205, 206
Ozon tabakasının incelmeye, sera etkisini artırır.		201, 203, 204, 205, 206
Atmosferdeki CO ₂ miktarının artması, sera etkisine neden olmaz.		201, 203, 204, 205, 206
Sera etkisinin artmasıyla, cilt kanseri olan insanların sayısı artacaktır.		201, 203, 204, 205, 206
Nehirlerde yaşayan balıklar, sera etkisinden etkilenmez.		201, 203, 204, 205, 206
Sera etkisinin artması, dünyanın sıcaklığını arttırmaz.		201, 203, 204, 205, 206
Dünyanın her yerinde sıcaklığın aynı olması, sera etkisine neden olur.		201, 203, 204, 205, 206
Sera etkisinin artmasının bir sonucu olarak, insanlar yiyeceklerden zehirleneceklerdir.		201, 203, 204, 205, 206
Nükleer kirlenme, sera etkisini arttıracaktır.		201, 203, 204, 205, 206
Sera etkisi sonucu depremler, seller, volkanik patlamalar, çölleşme, DNA yapısında bozulmalar meydana gelir.		207

[175] Çakmak vd. (2018); [176] Çalışkan (2018); [177] Aydın (2014); [178] Arslan vd. (2012); [179] Boyes vd. (1995); [180] Khalid (2001); [181] Khalid (2003); [182] Michail vd. (2007); [183] Summers vd. (2000); [184] Yurttaş (2010); [185] Boyes ve Stanisstreet (1997); [186] Boyes ve Stanisstreet (1998); [187] Boyes vd. (1999); [188] Koulaidis ve Christidou (1999); [189] Meadows ve Wiesenmayer (1999); [190] Pawlowski (1996); [191] Potts vd. (1996); [192] Selvi ve Yıldız (2009); [193] Summers vd. (2001); [194] Feller (2007); [195] Erdoğan ve Özsevgeç (2012); [196] Kahraman vd. (2008); [197] Seggin vd. (2010); [198] Boyes ve Stanisstreet (1992); [199] Selvi (2007); [200] Aydın (2010); [201] Bahar ve Aydın (2002); [202] Boyes ve Stanisstreet (1993); [203] Bozkurt ve Cansüngü (2002); [204] Arsal (2010); [205] Bal (2004); [206] Darçın vd. (2006); [207] Ürey vd. (2011)

Araştırma kapsamına dâhil edilen araştırmaların incelenmesi sonucu 9. sınıf kimya derslerine yönelik elde edilen 338 yanlış kavrama, ünitenin yanı sıra ayrıca kavram

bazında da değerlendirilerek frekans dağılımlarından yola çıkılarak önem düzeylerine göre sıralanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2

Alanyazından Belirlenen Yanlış Kavramaların 9. Sınıf Kimya Dersi Konu/Kavramlarına Göre Dağılımı

Şekil 2 incelendiğinde; 9. sınıf kimya konularına yönelik alanyazında en sık karşılaşılan yanlış kavramaların sırasıyla atom (%9,47), hâl değişimleri (%9,17), kaynama (%5,92), atom altı tanecikler (%5,33), metalik/ametallik özellikler (%5,03), kimyasal bağ (%5,03), fiziksel ve kimyasal değişimler (%5,03), maddenin gaz hâli (%4,73), sera etkisi (%4,44), atomların büyüklüğü (%3,85), küresel ısınma (%3,85), maddenin sıvı hâli (%3,55), iyonik bağ (%3,25), maddenin katı hâli (%3,25), polarite (%2,66), periyodik eğilimler (%2,37), su (%2,37), atomların şekli (%2,07), kovalent bağ (%1,78), moleküller arası etkileşim (%1,78), bileşik (%1,48), alaşımlar (%1,48), moleküler geometri (%1,48), element (%1,18), buhar basıncı (%1,18), kirleticiler (%1,18), orbital (%0,89), yarı metaller (%0,89), soy gazlar (%0,89), simya-kimya (%0,59), periyot/grup (%0,59), molekül (%0,59), lewis yapısı (%0,59), hidrojen bağı (%0,59), bağ enerjisi (%0,59), laboratuvarında güvenlik (%0,30), halojenler (%0,30) ve metalik bağ (%0,30) konu/kavramlarında olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında bir alanyazın taraması yapılarak 9. sınıfta kimya dersi alan öğrencilerin yanlış kavramaya düştüğü konu ve kavramlar belirlenmiştir. Alanyazından çalışmaya dâhil edilen araştırmaların analiz edilmesi sonucunda belirlenen 338 adet yanlış kavramanın; Ortaöğretim Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı'nın 5 ünitesine yönelik toplam 38 kavramda toplandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmada sunulan bulgular, 9. sınıf kimya konularında öğrenci zihninde oluşan yanlış kavramaları ünite bazında ortaya koymaktadır. Bununla birlikte alanyazında her üniteye yönelik hangi konularda daha çok yanlış kavramaya rastlandığı da ilgili başlıklar altında detaylı olarak sunulmuştur. Sonuç olarak çalışma kapsamında elde edilen bulgulara göre alanyazında en çok yanlış kavramaya sırasıyla Atom ve Periyodik Sistem (%33,14), Maddenin Hâlleri (%27,81), Kimyasal Türler Arası Etkileşimler (%23,67), Doğa ve Kimya (%11,83) ile Kimya Bilimi (%3,55) ünitelerinde rastlanmıştır (Tablo 2).

Ortaöğretim Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı'nın tüm konuları birlikte değerlendirildiğinde öğretim sürecinde en çok dikkat edilmesi gereken kavramın, Atom ve Periyodik Sistem ünitesi içinde yer alan "atom" kavramı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (Şekil 2). Tüm 9. sınıf kavramları içinde "atom" kavramının tek başına %9,47 ile en yüksek orana sahip olmasının yanı sıra ayrıca atomla ilgili olan "atom altı tanecikler" için %5,33, "atomların büyüklüğü" için %3,85 ve "atomların şekli" için %2,07'lik oranlar da eklenip atom konusuna yönelik yanlış kavramalar bir bütün olarak değerlendirildiğinde toplamda %20,72'lik büyük bir paya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Öğrencilerin sahip oldukları bu yanlış kavramaların nedenini Yıldız (2006), öğrencilerin derslerde kullanılan

benzeşimlerden etkilenmeleri ve atom kavramı ile ilgili zihinsel modellerini bu yönde yapılandırmaları şeklinde ifade etmektedir. Bilindiği gibi "atom" çevremizi oluşturan maddelerin yapılarını, özelliklerini belirleyen bir kavram olup kimya biliminin de temel taşlarını oluşturan konulardan birisidir (Akyol, 2009; Griffiths & Preston, 1992). Atom konusu yalnızca kimya derslerinde değil, diğer fen derslerinde de çoğu konunun öğrenilmesinde temel teşkil etmektedir (Baybars & Küçüközer, 2014; Griffiths & Preston, 1992; Gülçiçek vd., 2003; Harrison & Treagust, 1996). Örneğin öğrencilerin fizik derslerinde maddenin yapısı ve ışığın oluşumu arasındaki ilişkiyi anlayabilmeleri açısından atom kavramının bilinmesi önemlidir. Fizik eğitiminde öğrencilerin atomun yapısı ve özellikleri bilgisine sahip olmaları, elektromanyetik ışınma olayı ve manyetizmayı anlamalarında önemli bir yere sahiptir. Öğrencilerin elektrik akımı, elektrostatik, manyetizma, elektromanyetik indüksiyon ve optik gibi konuları kavramalarında atom kavramı ve yapısının iyi bilinmesi gerekmektedir (Kaya, 2018). Öğrenciler genel olarak makroskobik ve sembolik düzeylere kıyasla mikroskobik düzeyde anlamada zorluk çekmektedirler. Bu nedenle soyut bir kavram olan atomun anlamlı bir şekilde öğrenilmesi, sonraki öğrenmeleri de kolaylaştırması açısından büyük önem taşımaktadır (Charlet-Brehelin, 1998; Tezcan & Salmaz, 2005).

Alanyazında yanlış kavramaların görece daha sık karşılaşıldığı bir diğer konu ise Maddenin Hâlleri ünitesidir. Bu üniteye yönelik konu ve kavramlar ünite içinde değerlendirildiğinde, en fazla yanlış kavramaya "hâl değişimleri" konusunda rastlanmıştır. Tüm 9. sınıf kavramları genel olarak değerlendirildiğinde ise ilk sırada yer alan "atom" kavramını, %9,17 ile "hâl değişimleri"nin takip ettiği sonucu ortaya çıkmıştır (Şekil 2). Tablo 10'dan öğrencilerin bu konudaki yanlış kavramaları incelendiğinde çoğunlukla erime, donma ve özellikle buharlaşma olaylarında yaygın yanlış kavramalara sahip oldukları görülmektedir. Öğrencilerin, hâl değişimi konusundaki yanlış kavramalarının kökeninde ısı ve sıcaklık ile maddenin tanecikli yapısı gibi temel konulardaki bilgi eksikliklerinin yattığı düşünülebilir. Çünkü aynı ünite içinde ele alınan ve hâl değişim olaylarından önce öğrenilmesi gereken maddenin fiziksel hâlleri konusunda "maddenin gaz hâli" için %4,73, "maddenin sıvı hâli" için %3,55, "maddenin katı hâli" için %3,25 olmak üzere toplam %11,53'lük yüksek bir oranda yanlış kavramaya rastlanmıştır. Diğer bir deyişle maddenin fiziksel hâllerini tanecik boyutunda anlamlandıramayan öğrencilerin, bu konuyu kullanarak ilişkilendirmeler yapmaları beklenen hâl değişimlerini zihinlerinde anlamlı yapılandıramamaları olağan bir süreçtir (Ayyıldız & Tarhan, 2013; Duman, 2015; Okumuş, 2012; Tatar, 2011; Ural & Başaran Uğur, 2021). Yapılan araştırmalar; öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı ile ilgili bilimsel tanımlarla tutarlı olmayan fikirlerinin bulunduğunu göstermiş dolayısıyla erime, donma, buharlaşma gibi hâl değişim olaylarındaki yanlış kavramalarının tanecikli yapı ve sıcaklık kavramlarını doğru bir şekilde ilişkilendirememelerinden kaynaklandığını desteklemektedir (Ayas & Özmen,

2002; Doğan, 2007; Osborne & Cosgrove, 1983; Öğünç & Tarhan, 2006; Zoller, 1990). Ayrıca elde edilen bulgulardan "kaynama" kavramına yönelik yanlış kavramaların tüm kavramlar içinde %5,92 gibi azımsanmayacak bir yüzde ile üçüncü sırada yer aldığı görülmektedir. Yine Maddenin Hâlleri ünitesi altında anlatılan bu konuya yönelik yapılan araştırmalardan, öğrencilerin kaynama olayını doğru yapılandıramadıkları ve buharlaşma ile kaynama olaylarını da birbirine karıştırdıkları anlaşılmıştır (Akgün vd., 2018; Ayas & Coştu, 2001; Chang, 1997; Coştu vd., 2007; Demircioğlu vd., 2016; Kırıkkaya & Güllü, 2008; Şendur vd., 2008).

Yanlış kavramalar özellikle soyut düşünme gerektirmesi açısından kimyada çok sık karşılaşılan bir durumdur. Araştırma verileri genel olarak değerlendirildiğinde öğrencilerde bilgi eksikliği ve yanlış kavramalar oluşmasının birçok nedeni bulunmaktadır. Temel neden olarak kimya ve fen eğitimi sırasında öğrencilerin neden-sonuç ilişkisi kuramayışı gösterilmektedir (Coştu vd., 2007). Ancak bilindiği gibi öğrenme süreci formal eğitim başlamadan önce başlamaktadır. Birey internet, televizyon ve sosyal ortamlarda karşılaştığı çeşitli görsel/işitsel unsurlardaki yanlış şemalarla bağlantı kurarak kendi zihninde birçok kavramı yapılandırır ve bunları anlamlandırarak sınıfa gelir. Bu süreçte edindiği kavramların bazıları, bilimsel anlamları ile örtüşmez. Bireyin zihninde o kavrama ait bir tanımlama bulunmasına rağmen bu tanımlama; bireyin kendince oluşturduğu bir tanımlamadır ve bilimsel gerçeğinden uzaktır. Bireyin kendi yaşantısı yolu ile edindiği bu yapılar, bireylerin doğruya ulaşmalarına dolayısıyla başarılı olmalarına engel olmaktadır (Taşkın, 2012; Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Daha sonra yapılan öğrenmeler de öğrencideki bu yanlış kavramaları gidermede yetersiz kalabilir çünkü öğrencinin kendi yapılandığı kavramdan yanlış olsa dahi vazgeçmesi zor olabilmektedir (Hitt & Townsend, 2015).

Kimya eğitimi alanında yapılan araştırmalar, öğrencilerin formal eğitimden sonra dahi yanlış kavramalara sahip oldukları sonucuna ulaşmıştır (Osborne & Freyberg, 1985). Dolayısıyla yanlış kavrama oluşmasında öğretim sürecinden kaynaklanan sorunların da olduğu anlaşılmaktadır. Öğretmenlerin gerek sınırlı bir zamanda pek çok konuyu öğrencilere aktarmak zorunda kalmaları, gerekse öğretme sürecinin uzmanlık gerektirmesi bu durumun nedenleri arasında gösterilebilir. Öte yandan öğretmenlerin konuları daha çok geleneksel öğretim yöntemleri ile sunması, yeterli düzeyde laboratuvar etkinliklerine yer vermemeleri, ders kitaplarının öğrencinin ilgisini çekmekten uzak olması gibi nedenler de eklendiğinde yanlış kavramalar fen eğitimi için oldukça önem kazanmıştır. Çünkü öğrenme süreci ancak yanlış kavramalar dikkate alınarak sürdürüldüğünde doğru ve anlamlı öğrenmeler sağlanabilecektir. Araştırma verileri; bu yanlış kavramaların öğretim süreci öncesinde bilinmesinin, anlamlı öğrenmede önemli bir etken olduğunu açıkça gözler önüne sermektedir. Bu bağlamda bu çalışmanın sonuçlarının,

yanlış kavramaların oluşumunun engellenmesi ve dolayısıyla bilimsel bilginin doğru yapılandırılması açısından alana önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Ayrıca yapılan araştırmalarda yanlış kavramaların temel kaynağı olarak öğrencilerin fen sınıflarına bireysel yaşantılarındaki gözlemler, sahip oldukları kültür ve konuştukları dil ile edindikleri hatalı ön bilgilerle gelmeleri gösterilmektedir (Wessel,1999). Fakat öğrencilerde yanlış kavramaların oluşumunda ve var olanların devam etmesinde önemli derecede etkili bir diğer kaynak da kendi yanlış kavramalarının farkında olmayıp giderilmesi yönünde de herhangi bir girişimde bulunmayan öğretmenlerdir (Nakiboğlu, 2003). Bu anlamda araştırma bulgularının, kimya derslerinde faaliyet gösteren öğretmen ve öğretmen adaylarının;

- Yanlış kavramalar konusunda farkındalıklarını artırarak 9. sınıf kimya dersinde karşılaşacakları yanlış kavramalarla çok daha kolay mücadele edebilmeleri,
- Yanlış kavramalar öğrenci zihnine yerleşmeden ortadan kaldırabilmeleri,
- 9. sınıf ünitelerine yönelik yanlış kavramaların hangi sıklıkta karşılaşıldığını kolayca tespit ederek derslerini buna göre planlayabilmeleri,
- Kimya eğitiminin etkililiğinin artırılmasına yönelik araştırmada sunulan kaynaklardan faydalanarak anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilmesinde daha etkin rol oynayabilmeleri

konularında da destek sağlayacağı düşünülmektedir.

ÖNERİLER

Bu çalışma, kimya konularındaki yanlış kavramalar ile ilgili önemli bilgiler sunmaktadır. Çalışmanın sonuçlarının, kimya eğitiminde anlamlı öğrenme ve akademik başarıya yönelik gelecekteki araştırmalar için yol gösterici olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, çalışmanın bulguları ışığında aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur:

Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı, ortaöğretim ve ardından gelecek yükseköğretim kimya derslerinin temelini oluşturduğu için bu seviyede oluşacak yanlış anlamalar ile eksik öğrenmeler öğrencilerin sonraki öğrenmelerini de etkileyecek ve belki de başlangıç düzeyindeki yanlış kavramaların sonraki yıllarda çığ gibi büyüyerek ileri düzeylere ulaşmasına neden olacaktır. Bu bağlamda düşünüldüğünde 9. sınıf düzeyinde bu tür eksikliklerin giderilmesi, yanlış öğrenmelere yol açılmaması açısından önemlidir. Bu nedenle yeni hazırlanacak ders kitaplarında yanlış kavramaların tespitine ve giderilmesine yönelik kullanılacak analogiler, kavramsal değişim metinleri ve kavram haritaları bulunmalıdır. Ayrıca bunların uygulamalarının ayrıntılı olarak açıklandığı öğretmen kılavuz kitapları da hazırlanmalıdır.

Öğrencilerin zihinlerinde yeni kavramları doğru yapılandırmaları, yanlış kavramalarını düzeltmeleri açısından öğrenme sürecine etkin olarak katılmaları da önemlidir. Bu nedenle geleneksel öğretim yöntemleri yerine öğrenci ön bilgilerini ve eksikliklerini dikkate alan ve bunları giderecek uygun etkinlikleri içeren, içerik bakımından zengin, öğrenci merkezli yöntem, teknik ve stratejilerin kullanılması önerilebilir.

Kimya derslerinde karşılaşılabilecek yanlış kavramalar, oluşumlarının engellenmesi ve giderilmesine yönelik öğretmen adayları için lisans öğretim programlarına spesifik dersler ilave edilmesi; mesleklerine devam etmekte olan öğretmenler için ise alanında uzman kimya eğitimcileri tarafından hizmet içi eğitim faaliyetleri verilmesi önem teşkil etmektedir.

Çıkar Çatışması Bildirimi

Yazarlar; bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayımlanmasına ilişkin herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan etmemiştir.

Destek/Finansman Bilgileri

Yazarlar; bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayımlanması için herhangi bir finansal destek almamıştır.

Etik Kurul Kararı/İzin

Bu araştırma için katılımcı noktasında herhangi bir veri toplanmamış yalnızca dokümanlar incelenmiştir. Araştırma sırasında tüm etik kurallara uyulmuştur.

KAYNAKÇA

Acar, B., & Tarhan, L. (2008). Effects of cooperative learning on students' understanding of metallic bonding. *Research in Science Education*, 38(4), 401-420.

Akgül, P. (2010). *Üst kavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının "ısı ve sıcaklık" konusundaki kavramsal anlamalarına etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Akgün, A., & Aydın, M. (2009). Erime ve çözünme konusundaki kavram yanlışlarının ve bilgi eksikliklerinin giderilmesinde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı grup çalışmalarının kullanılması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(27), 190-201.

Akgün, A., Duruk, Ü., Güngörmez, H. G., & Gülsuyu, F. (2018). Buharlaştırma ve kaynama kavramlarına ilişkin anlayışların benzer bağlamlardaki tutarlığı ve transferi. *International Journal of Social Science*, 72, 103-119.

- Akyol, D. (2009). *Fen alanlarında öğrenim gören üniversite öğrencilerinin zihinlerindeki atom modellerinin incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Albanese, A., & Vicentini, M. (1997). Why do we believe that an atom is colourless? Reflections about the teaching of the particle model. *Science & Education*, 6(3), 251-261.
- Alkan, M., Şengül, E., Yıldız, A., & Yıldız, Y. K. (1998, Eylül). *Lise öğrencilerinin atom, molekül ve mol konuları ile ilgili yanlış kavramaları* [Sözel bildiriler]. 12. Ulusal Kimya Kongresi, Edirne.
- Altinyüzük, C. (2008). *İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersi kimya konularındaki kavram yanlışları ilköğretim sekizince sınıf fen bilgisi dersi kimya konularındaki kavram yanlışlığı*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Andersson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18(1), 53-85.
- Andersson, B., & Renström, L. (1981). *Oxidation of steel-wool* (Report Elevperspektiv No.7), Göteborg: University of Göteborg, Department of Education.
- Arsal, Z. (2010). İlköğretim öğretmen adaylarının sera etkisi ile ilgili kavram yanlışları. *İlköğretim Online Dergisi*, 9(2), 229-240.
- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667-1686.
- Atasoy, B., Kadayıfçı, H., & Akkuş, H. (2003). Lise 3. sınıftaki öğrencilerin kimyasal bağlar konusundaki yanlış kavramaları ve bunların giderilmesi üzerine yapılandırmacı yaklaşımın etkisi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(1), 61-79.
- Awan, A. S., Iqbal, M. Z., Khan, T. M., Mahmood, T., & Mohsin, M.N. (2012). Pupils' ideas in learning concept of the chemical bonding among Pakistani students. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(6), 139-146.
- Ayas, A., & Coştu, B. (2001, Eylül). *Lise I öğrencilerinin "buharlaştırma, yoğunlaşma ve kaynama" kavramlarını anlama seviyeleri* [Sözel bildiriler]. Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, İstanbul.
- Ayas, A., & Demirbas, A. (1997). Turkish secondary students' conceptions of the introductory concepts. *Journal of Chemical Education*, 74(5), 518.

- Ayas, A., Karamustafaoğlu, S., Cerrah, L., & Karamustafaoğlu, O. (2001, Haziran). *Fen bilimlerinde öğrencilerdeki kavram anlama seviyelerini ve yanlışlarını belirleme yöntemleri üzerine bir inceleme* [Sözel bildirimler]. X. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Bolu.
- Ayas, A., & Özmen, H. (2002). Lise kimya öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 19(2), 45-60.
- Aydın, F. (2010). Secondary school students' perceptions towards global warming: a phenomenographic analysis. *Scientific Research and Essays*, 12(5), 1566-1570.
- Aydın, F. (2014). Ortaöğretim öğrencilerinin küresel ısınma konusundaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Education*, 3(4), 15-27.
- Aydoğan, S., Güneş, B., & Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Aytekin, Ü. (2010). *Ortaöğretim öğrencilerin ısı-sıcaklık konusundaki bilgilerin belirlenmesi ve bu bilgilerin günlük hayata uyarlama düzeyleri üzerine bir araştırma*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Ayyıldız, Y. (2012). *Kimya dersi kimyasal reaksiyonlar ve enerji ünitesiyle ilgili yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bir aktif öğrenme materyalinin geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Ayyıldız, Y., & Tarhan, L. (2013). Case study applications in chemistry lesson: Gases, liquids, and solids. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 408-420.
- Azizoğlu, N., & Alkan, M. (2002, Eylül). *Kimya öğretmenliği lisans öğrencilerinin faz dengeleri konusundaki kavram yanlışları* [Sözel bildirimler]. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Azizoglu, N., Alkan, M., & Geban, Ö. (2006). Undergraduate pre-service teachers' understandings and misconceptions of phase equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 83(6), 947.
- Azizoğlu, N., & Geban, Ö. (2004). Students' preconceptions and misconceptions about gases. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 73-78.
- Bahar, M., & Aydın, F. (2002, Eylül). *Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin sera gazları ve global ısınma ile ilgili anlama düzeyleri ve hatalı kavramlar* [Sözel bildirimler]. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Kongresi, Ankara.

- Bal, Ş. (2004). Fen bilgisi öğretmen adaylarının sera etkisi ile ilgili kavram yanlışlarının tespiti. *Eurasian Journal of Educational Research*, 17, 102-111.
- Barker, V. (1995). *A longitudinal study of 16–18-year olds' understanding of basic chemical ideas*. Yayınlanmamış doktora tezi, York Üniversitesi, York.
- Barker, V., & Millar, R. (1999). Students' reasoning about chemical reactions: what changes occur during a context-based post-16 chemistry course? *International Journal of Science Education*, 21(6), 645-665.
- Barker, V., & Millar, R. (2000). Students' reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: what changes occur during a context-based post-16 chemistry course? *International Journal of Science Education*, 22(11), 1171-1200.
- Baybars, M. G., & Küçüközer, H. (2014). Fen bilgisi öğretmen adaylarının "atom" kavramına ilişkin kavramsal anlama düzeyleri. *Journal of Research in Education and Teaching*, 3(4), 405-417.
- Baykan, F. (2008). *Kimya ve fen bilgisi öğretmen adayları ile on birinci sınıf öğrencilerinin kimyasal bağlanma hakkındaki anlamalarının ve yanlışlarının karşılaştırılması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Bayram, A. (2010). *Probleme dayalı öğrenme yönteminin ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersi "ısı ve sıcaklık" konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını gidermede etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Bektaş, O. (2003). *The misconceptions of high school first year students related to the particulate structure of matter, the reasons behind them and their elimination*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Benson, D. L., Wittrock, M. C., & Baur, M. E. (1993). Students' preconceptions of the nature of gases. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(6), 587-597.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B. S., & Silberstein, J. (1986). Is an atom of copper malleable? *Journal of Chemical Education*, 63(1), 64.
- Ben-Zvi, R., Silberstein, Y., & Eylon, B. S. (1988). Theories, principles and laws. *Education in Chemistry*, 25(3), 89-92.
- Besson, U. (2004). Students' conceptions of fluids. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1683-1714.
- Bilgi, M., & Şahin, M. (2012). Elementlerde aktiflik kavramının öğretilmesinde bilgisayar destekli öğretim materyali kullanılmasının öğrenci başarısı üzerine etkisi. *Journal of Turkish Science Education*, 9(4), 146-166.

- Birk, J. P., & Kurtz, M.J. (1999). Effect of experience on retention and elimination of misconceptions about molecular structure and bonding. *Journal of Chemical Education*, 76(1), 124-128.
- Bliss, J., & Ogborn, J. (1994). Force and motion from the beginning. *Learning and Instruction*, 4(1), 7-25.
- Boo, H. K. (1998). Student's understanding of chemical bonding and energetics of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 569-581.
- Boo, H. K., & Watson, J. R. (2001). Progression in high school students' (aged 16-18) conceptualizations about chemical reactions in solution. *Science Education*, 85(5), 568-585.
- Borazan, A. (2019). 11. sınıf dönüşümler konusunun öğretiminde dinamik geometri yazılımlarının öğretmen ve öğrenci merkezli kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına ve motivasyonlarına etkisi. Yayımlanmamış doktora tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- BouJaoude, S. B. (1991). A study of the nature of students' understandings about the concept of burning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(8), 689-704.
- Boyes, E., & Chambers, W. (1995). Trainee primary teachers' ideas about the ozone layer. *Environmental Education Research*, 1(2), 133-145.
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1992). Students' perceptions of global warming. *International Journal of Environmental Studies*, 42, 287-300.
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1993). The 'Greenhouse Effect': children's perceptions of causes, consequences and cures. *International Journal of Science Education*, 15(5), 531-552.
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1997). Children's models of understanding of two major global environmental issues (Ozone Layer and Greenhouse Effect). *Research in Science and Technological Education*, 15(1), 19-28.
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1998). High school students' perceptions of how major global environmental effects might cause skin cancer. *Journal of Environmental Education*, 29(2), 31-37.
- Boyes, E., Stanisstreet, M., & Papantoniou, V. S. (1999). The ideas of Greek high school students about the "ozone layer". *Science Education*, 83(6), 724-737.
- Boz, Y. (2006). Turkish pupils' conceptions of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education and Technology*, 15(2), 203-213.

- Bozkurt, O., & Cansüngü, Ö. (2002). Primary school students' misconceptions about Greenhouse effect in environment education. *Hacettepe University Journal of Education*, 23, 67-73.
- Butts, B., & Smith, R. (1987). HSC chemistry students' understanding of the structure and properties of molecular and ionic compounds. *Research in Science Education*, 17, 192-201.
- Can, Ş., & Harmandar, M. (2004). Fen bilgisi öğretmenliği ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavramsal yanlışları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(8), 17-32.
- Canpolat, N., Pınarbaşı T., & Sözbilir, M. (2003). Kimya öğretmen adaylarının kovalent bağ ve molekül yapıları ile ilgili kavram yanlışları. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(25), 66-72.
- Caravita, S., & Halldén, O. (1994). Re-framing the problem of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 89-111.
- Ceylan, Ö. (2015). *Fen öğretiminde kavram karikatürü kullanımının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve bilişsel yapılarına etkisinin incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Chang, J. Y. (1997). Intermediate students' views concerning evaporation, condensation and boiling. *Chinese Journal of Science Education*, 5, 321-346.
- Charlet-Brehelin, D. (1998). *Contribution à l'enseignement-apprentissage du concept d'atome au collège*. Yayımlanmamış doktora tezi, Montpellier II Üniversitesi, Montpellier.
- Chi, M. T., Slotta, J. D., & De Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4(1), 27-43.
- Coll, R. K., & Taylor, N. (2001). Alternative conceptions of chemical bonding held by upper secondary and tertiary students. *Research in Science & Technological Education*, 19(2), 171-191.
- Coll, R. K., & Taylor, N. (2002). Mental models in chemistry: Senior chemistry students' mental models of chemical bonding. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3, 175-184.
- Coştu, B., & Ayas, A. (2005). Evaporation in different liquids: Secondary students' conceptions. *Research in Science & Technological Education*, 23(1), 75-97.

- Coştu, B., Ayas, A., & Ünal, S. (2007). Kavram yanılgıları ve olası nedenleri: Kaynama kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 123-136.
- Çakmak, M., Çakmak, R., & Topal, G. (2018). Öğretmen adaylarının su hakkındaki bilgi düzeyleri ve kavram yanılgıları. *Electronic Turkish Studies*, 13(27), 385-404.
- Çalık, M., & Ayas, A. (2002, Mayıs), *Öğrencilerin bazı kimya kavramlarını anlama seviyelerinin karşılaştırılması* [Sözel bildiriler]. 2000'li Yıllarda I. Öğrenme ve Öğretme Sempozyumu, İstanbul.
- Çalışkan, K. N. (2018). *5. sınıf ortaokul öğrencilerinin hava, su ve toprak kirliliği ile ilgili kavram yanılgılarında anne-babanın rolü*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Çelik, H., & Çakır, E. (2015). The examination of metaphoric perception on the effects of heat on substance. *International Online Journal of Educational Sciences*, 7(2), 244-264.
- Çelikler, D., & Kara, F. (2012). İlköğretim fen bilgisi öğretmen adaylarının periyodik çizelge konusundaki bilgilerinin çizim yoluyla saptanması. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(3), 70-76.
- Çökelez, A., & Yalçın, S. (2012). The analysis of the mental models of students in grade-7 regarding atom concept. *Elementary Education Online*, 11(2), 452-471.
- Darçın, E. S., Bozkurt, O., Hamalosmanoğlu, M., & Köse, S. (2006). Primary school students' level of knowledge and misconceptions about the greenhouse effect is found. *International Journal of Environmental & Science Education*, 1(2), 104-115.
- De Vos, W., & Verdonk, A. H. (1987). A new road to reactions. Part 4. The substance and its molecules. *Journal of Chemical Education*, 64(8), 692.
- De Vos, W., & Verdonk, A. H. (1996). The particulate nature of matter in science education and in science. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 33(6), 657-664.
- Del Pozo, R. M. (2001). Prospective teachers' ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter. *International Journal of Science Education*, 23(4), 353-371.
- Demirci, M. P., & Sarıkaya, M. (2004, Temmuz). *Sınıf öğretmeni adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılgıları ve yanılgıların giderilmesinde yapısalcı kuramın etkisi* [Sözel bildiriler]. XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı, Malatya.

- Demirci, S., Yılmaz, A., & Şahin, E. (2016). Lise ve üniversite öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerine genel bir bakış. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 1(1), 87-106.
- Demircioğlu, G., & Baykan, F. (2011, Nisan). *Kimya ve fen bilgisi öğretmen adayları ile lise 11. sınıf öğrencilerinin kimyasal bağlanma kavramına yönelik algılamalarının karşılaştırılması* [Sözel bildiriler]. 2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications, Antalya.
- Demircioğlu, G., Demircioğlu, H., & Aydın, M. A. (2012). Kavramsal değişim metninin ve üç boyutlu modelin 7. sınıf öğrencilerinin atomun yapısını anlamalarına etkisi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 70-96.
- Demircioğlu, G., Demircioğlu, H., & Vural, S. (2016). 5E öğretim modelin üstün yetenekli öğrencilerin buharlaşma ve yoğunlaşma kavramlarını anlamaları üzerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(2), 821-838.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G., & Ayas, A. (2004). Sınıf öğretmeni adaylarının bazı temel kimya kavramlarını anlama düzeyleri ve karşılaşılan yanlışlar. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, 29-49.
- DiSessa, A. A., & Sherin, B. L. (1998). What changes in conceptual change? *International Journal of Science Education*, 20(10), 1155-1191.
- Doğan, D., & Demirci, B. (2011). Lise öğrencileri ve kimya öğretmen adaylarının İyonik Bağ kavramına ilişkin yanlışları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 12(1), 67-84.
- Doğan, Z. (2007). *İlköğretim düzeyindeki öğrencilerde ve üstün yeteneklilerde kavram gelişimi: buharlaşma, yoğunlaşma ve kaynama kavramları*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Driver, R., & Erickson, G. (1983). Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10(1), 37-60.
- Duman, M. Ş. (2015). *8. sınıf öğrencilerinin maddenin halleri ve ısı ünitesinde karşılaşılan kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesine, başarı düzeylerine ve öğrenilenlerin kalıcılığına sanal laboratuvar uygulamalarının etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Duman, M. Ş., & Avcı, G. (2015). Sekizinci sınıf öğrencilerinin maddenin halleri ve ısı ünitesine yönelik kavram yanlışları. *Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 129-165.

- Duran, M., Balliel, B., & Bilgili, S. (2011, Mayıs). *Fen öğretiminde 6. sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlarını gidermede kavram karikatürlerinin etkisi* [Sözel bildiriler]. 2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications, Antalya.
- Erdem, E., Yılmaz, A., Esin, A., & Gücüm, B. (2004). Öğrencilerin 'madde' konusunu anlama düzeyleri, kavram yanlışları, fen bilgisine karşı tutumları ve mantıksal düşünme düzeylerinin araştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 74-82.
- Erdoğan, A., & Özsevgec, L. C. (2012). Kavram karikatürlerinin öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesi üzerindeki etkisi: Sera etkisi ve küresel ısınma örneği. *Turkish Journal of Education*, 1(2), 38-50.
- Erkaçan, İ., Moğol, S., & Ünsal, Y. (2012). Çoklu zekâ kuramının lise 1. sınıf öğrencilerinin ısı-sıcaklık, genleşme ve sıkıştırılabilirlik konularındaki akademik başarılarına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi. *Journal of Turkish Science Education*, 9(2), 65-78.
- Eshach, H., & Garik, P. (2001). Students' conceptions about atoms and atom-bonding. http://www.bu.edu/smec/qsad/ed/QM_NARST_finalpg.pdf.
- Feller, R. J. (2007). 110 misconceptions about the ocean. *The Oceanography Society*, 20(4), 170-173.
- Furio, C., & Calatayud, M. L. (1996). Difficulties with the geometry and polarity of molecules: beyond misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 73(1), 36-41.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548.
- Gabel, D. L., Samuel, K. V., & Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64(8), 695-697.
- Garnett, P. J., Garnett, P. J., & Hackling, M. W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 25, 69-95.
- Geban, Ö., & Bayır, G. (2000). Effect of conceptual change approach on students understanding of chemical change and conservation of matter. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 79-84.
- Geçgel, G., & Şekerci A. R. (2018). Bazı kimya konularındaki alternatif kavramların tanılayıcı dallanmış ağaç tekniği kullanarak belirlenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 1-18.

- Goh, N. K., Khoo, L. E., & Chia, L. S. (1993). Some misconceptions in chemistry: A cross-cultural comparison and implications for teaching. *Australian Science Teachers Journal*, 39(3), 65-68.
- Gönen, S., & Akgün, A. (2005). Bilgi sınıfındaki kavramların yanlışlarının ve sınavda, inceleme ve sınıf içi tartışma yönteminin uygulanabilirliği üzerine bir araştırma. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi (elektronik)*, 4(13), 99-111.
- Griffiths, A. K., & Preston, K. R. (1989, Nisan). *An investigation of grade 12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of molecules and atoms* [Sözel bildirimler]. 62nd The Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, California.
- 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.
- Gülçiçek, Ç., Bağ, N., & Moğol, S. (2003). Students' analysis competencies of the analogy (model) between solar system and structure of atom. *The Journal of National Education*, 159, 74-84.
- Gürses, A., Doğar, Ç., Yalçın, M., & Canpolat, N. (2002, Eylül). *Kavramsal değişim yaklaşımının öğrencilerin gazlar konusunu anlamalarına etkisi* [Sözel bildirimler]. V. Uluslararası Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Hand, B., & Treagust, D. F. (1991). Student achievement and science curriculum development using a constructive framework. *School Science and Mathematics*, 91(4), 172-176.
- 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.
- Hewson, M. G., & Hewson, P. W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(8), 731-743.
- Hewson, P. W., & Hewson, M. G. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13(1), 1-13.
- Hitt, A. M., & Townsend, J. S. (2015). The heat is on! Using particle models to change students' conceptions of heat and temperature. *Science Activities*, 52(2), 45-52.
- Ireson, G. (1999). A multivariate analysis of undergraduate physics students' conceptions of quantum phenomena. *European Journal of Physics*, 20(3), 193.

- Johnson, P. (1998). Progression in children's understanding of a 'basic' particle theory: A longitudinal study. *International Journal of Science Education*, 20(4), 393-412.
- Kadayıfçı, H. (2001). *Lise-3 sınıftaki öğrencilerin kimyasal bağlar konusundaki yanlış kavramların belirlenmesi ve yapılandırıcı yaklaşımın yanlış kavramaların giderilmesi üzerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Kahraman, S., & Demir, Y. (2011). Bilgisayar destekli 3D öğretim materyallerinin kavram yanlışları üzerindeki etkisi: Atomun yapısı ve orbitaller. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 173-188.
- Kahraman, S., Yalçın, M., Özkan, E., & Aggöl, F. (2008). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin küresel ısınma konusundaki farkındalıkları ve bilgi düzeyleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(3) 249-263.
- Kaptan, S. (1998). *Bilimsel araştırma ve istatistik teknikleri* (11. Baskı). Ankara: Tek Işık Web Ofset.
- Karagöz, Ö., & Sağlam Arslan, A. (2012). Analysis of primary school students' mental models relating to the structure of atom. *Turkish Science Education*, 9(1), 132-142.
- Karakırık, G., & Kabapınar, F. (2019). Kavram karikatürü temelinde tasarlanan öğretimin 9. sınıf öğrencilerinin atom yarıçapı kavramını öğrenmelerine etkisi. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 4(2), 113-144.
- Karakuyu, Y., Uzunkavak, M., Tortop, H. S., Bezir, N. Ç., & Özek, N. (2007). Sandıklı çevresi lise ve dengi okul öğrencilerinin ısı ve sıcaklık ile ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(1), 149-162.
- Karamustafaoğlu, S., & Ayas, A. P. (2002). Farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin 'metal, ametal, yarımetal ve alaşım' kavramlarını anlama düzeyleri ve kavram yanlışları. *Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, (15), 151-162.
- Karamustafaoğlu, S., Ayas, A., & Coştu, B. (2002, Eylül). *Sınıf öğretmeni adaylarının çözümler konusundaki kavram yanlışları ve bu yanlışların kavram haritası tekniği ile giderilmesi* [Sözel bildiriler]. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi.
- Karamustafaoğlu, S., Coştu, B., & Ayas, A. P. (2005). Basit araç-gereçlerle periyodik cetvel öğretiminin etkililiği. *Journal of Turkish Science Education*, 2(1), 19-31.
- Kartal, M. (2017). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bazı kimya kavramlarını anlama seviyeleri ve kavram yanlışlarının belirlenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.

- Kaya, A. (2010). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ışık ve atom kavramlarını anlama seviyelerinin tespiti. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 15-37.
- Kaya, A. (2018). Ortaöğretim öğrencilerinin atom kavramını anlama seviyelerinin tespiti. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 1-9.
- Kayalı, H. A., & Tarhan, L. (2004). 'İyonik bağlar' konusunda kavram yanlışlarının giderilmesi amacıyla yapılandırmacı-aktif öğrenmeye dayalı bir rehber materyal uygulaması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 145-154.
- Keser, A. (2007). *Afyonkarahisar il merkezindeki 9. sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışları*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar.
- Khalid, T. (2001). Pre-service teachers' misconceptions regarding three environmental issues. *Canadian Journal of Environmental Education (CJEE)*, 6(1), 102-120.
- Khalid, T. (2003). Pre-service high school teachers' perceptions of three environmental phenomena. *Environmental Education Research*, 9(1), 35- 50.
- Kırıkkaya, E. B., & Güllü, D. (2008). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin ısı-sıcaklık ve buharlaşma-kaynama konularındaki kavram yanlışları. *İlköğretim Online*, 7(1), 2-14.
- Kiokaew, S. (1989). *Comparing college freshmen's concepts of covalent bonding and structure in the College of Science and the College of Education at Prince of Songkhla University, Thailand*. Yayımlanmamış doktora tezi, Missouri Üniversitesi, Columbia.
- Kocakülah, M. S., & Kocakülah, A. (2002, Eylül). *Ortaöğretim öğrencilerinin ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramsal yapıları* [Sözel bildirimler]. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Koulaidis, V., & Christidou, V. (1999). Models of students' thinking concerning the greenhouse effect and teaching implications. *Science Education*, 83(5), 559-576.
- Kuşakçı Ekim, F. (2007). *İlköğretim fen öğretiminde kavramsal karikatürlerin öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermedeki etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Küçük, M., & Genç, H. (2004, Temmuz). *Sınıf öğretmen adaylarının bazı temel kimya kavramlarındaki yanlış anlamalarının incelenmesi* [Sözel bildirimler]. XVIII. Ulusal Kimya Kongresi, Kars.

- Lee, O., Eichinger, D. C., Anderson, C. W., Berkheimer, G. D., & Blakeslee, T. D. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(3), 249-270.
- Liu, X., & Lesniak, K. (2006). Progression in children's understanding of the matter concept from elementary to high school. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 43(3), 320-347.
- Mas, C. J. F., Perez, J. H., & Harris, H. H. (1987). Parallels between adolescents' conception of gases and the history of chemistry. *Journal of Chemical Education*, 64(7), 616.
- Meadows, G., & Wiesenmayer, R. L. (1999). Identifying and addressing students' alternative conceptions of the causes of global warming: The need for cognitive conflict. *Journal of Science Education and Technology*, 8(3), 235-239.
- MEB (2018). *Ortaöğretim Kimya Dersi (9, 10, 11 VE 12. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Meşeci, B., Tekin, S., & Karamustafaoğlu, S. (2013). Maddenin tanecikli yapısıyla ilgili kavram yanlışlarının tespiti. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (9), 20-40.
- Michail, S., Stamou, A. G., Stamou, G. P. (2007). Greek primary school teachers' understanding of current environmental issues: An exploration of their environmental knowledge and images of nature. *Science Education*, 91, 244-259.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks, California: SAGE.
- Mirzalar Kabapınar, F. (2008). Öğrencilerin kimyasal bağ konusundaki kavram yanlışlarına ilişkin literatüre bir bakış II: Moleküller arası bağlar. *Milli Eğitim*, 37(178), 279-296.
- Mirzalar Kabapınar, F., & Adik, B. (2005). Ortaöğretim 11. sınıf öğrencilerinin fiziksel değişim ve kimyasal bağ ilişkisini anlama seviyesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 38(1), 123-147.
- Mirzalar Kabapınar, F., & Adik, B. (2006). Ortaöğretim öğrencilerinin kovalent bağda elektronların konum ve hareketlerini anlama biçimleri. *Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 23, 205-228.
- Müller, R., & Wiesner, H. (2002). Teaching quantum mechanics on an introductory level. *American Journal of physics*, 70(3), 200-209.

- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191.
- Nakhleh, M. B., & Samarapungavan, A. (1999). Elementary school children's beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 36(7), 777-805.
- Nakhleh, M. B., Samarapungavan, A., & Saglam, Y. (2005). Middle school students' beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 42(5), 581-612.
- Nakiboglu, C. (2003). Instructional misconceptions of Turkish prospective chemistry teachers about atomic orbitals and hybridization. *Chemistry Education Research and Practice*, 4(2), 171-188.
- Nakiboğlu, C. (2006). Fen ve teknoloji öğretiminde yanlış kavramalar. İçinde M. Bahar (Ed.), *Fen ve Teknoloji Öğretimi* (s. 191-217). Pegem A Yayıncılık.
- Nelson, B. D., Aron, R. H., & Francek, M. A. (1992). Clarification of selected misconceptions in physical geography. *Journal of Geography*, 91(2), 76-80.
- Nicoll, G. (2001). A report of undergraduates' bonding misconceptions. *International Journal of Science Education*, 23, 707- 730.
- Novick, S., & Nussbaum, J. (1978). Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: an interview study. *Science Education*, 62(3), 273-81.
- Novick, S., & Nussbaum, J. (1981). Pupils' Understanding of the Particulate Nature of Matter: A Cross-Age Study. *Science Education*, 65(2), 187-96.
- Okumuş, S. (2012). *Maddenin halleri ve ısı biriminin tartışma tartışması (argümantasyon) modeli ile öğretiminin öğrenci başarısına ve anlama düzeyine etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Osborne, R. J., & Cosgrove, M. M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1985). *Learning in science. The implications of children's science*. Heinemann Educational Books Inc., Portsmouth.
- Othman, J., Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2008). An investigation into the relationship between students' conceptions of the particulate nature of matter and their understanding of chemical bonding. *International Journal of Science Education*, 30(11), 1531-1550.

- Öğünç, A., & Tarhan, L. (2006, Nisan). *Lise Kimya II Buharlaştırma ve Buharlaştırma Isısı Konusunda Yapılandırıcı Model Uygulaması* [Sözel bildirimler]. Eğitimde Çağdaş Yönelimler-III: Yapılandırıcılık ve Eğitime Yansımaları Sempozyumu, İzmir.
- Özalp, D. (2008). *İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı konusunda kavram yanlışlarının ontoloji temelinde belirlenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Özgür, S. (2007). Atom kavramının epistemolojik analizi ve öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanlışlarının karşılaştırılması. *Physical Sciences*, 2(3), 214-231.
- Özmen, H. (2004). Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13, 147-159.
- Özmen, H. (2007). Üniversite öğrencilerinin kimyasal bağlanma konusunu anlama ve yanlışlarını gidermelerine bilgisayar destekli öğretimin etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 175, 185-194.
- Özmen, H., & Kenan, O. (2007). Determination of the Turkish primary students' views about the particulate nature of matter. *In Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 8(1), 1-15.
- Özmen, H., Karamustafaoğlu, S., Sevim, S., & Ayas, A. (2002, Eylül). *Kimya öğretmen adaylarının temel kimya kavramlarını anlama seviyelerinin belirlenmesi* [Sözel bildirimler]. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Öztürk Ürek, R., & Tarhan, L. (2005). 'Kovalent bağlar' konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde yapılandırıcılığa dayalı bir aktif öğrenme uygulaması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(28), 168-177.
- Pabuçcu, A. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının gaz basıncıyla ilgili bilgilerini günlük hayatla ilişkilendirebilme seviyeleri. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 1(2), 1-24.
- Pawlowski, A. (1996). Perception of Environmental Problems by Young People in Poland. *Environmental Education Research*, 2(3), 279-285.
- Pereira, M. P., & Pestana, M. E. M. (1991). Pupils' representations of models of water. *International Journal of Science Education*, 13(3), 313-319.
- Peterson, R., & Treagust, D. F. (1989) Grade-12 students' misconceptions of covalent bonding and structure. *Journal of Chemical Education*, 66, 459-460.
- Peterson, R., Treagust, D. F., & Garnett, P. (1986, Ocak). *Identification of secondary students' misconceptions of covalent bonding and structure concepts using a*

- diagnostic instrument* [Sözel bildirimler]. The Seventeenth Annual Conference of the Australasian Science Education Research Association, Avustralya.
- 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.
- Pideci, N. (2002). *Derecelendirme atom-moleküllerine bakma yanlışları, yanlışları iyileştirmenin iyileştirilme yönteminin değerlendirilmesi*. Yayımlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Potts, A., Stannisstreet, M., & Boyes, E. (1996). Children's ideas about the ozone layer and opportunities for physics teachings. *School Science Review*, 78, 57-62.
- Poyraz, H. E. (2006). *Üniversite kimya öğrencilerinin melezleşme konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Renström, L., Andersson, B., & Marton, F. (1990). Students' conceptions of matter. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 555.
- Rollnick, M., & Rutherford, M. (1993). The use of a conceptual change model and mixed language strategy for remediating misconceptions on air pressure. *International Journal of Science Education*, 15(4), 363-381.
- Salame, I. I., Sarowar, S., Begum, S., & Krauss, D. (2011). Students' alternative conceptions about atomic properties and the periodic table. *The Chemical Educator*, 16, 190-194.
- Salmaz, Ç. (2002). *Lise 1. sınıftaki öğrencilerin atom ve yapısı konusundaki yanlış kavramlarının belirlenmesi ve giderilmesi üzerine yapılandırıcı yaklaşımın etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Sarı, M. (2005). *1992-2004 yılları arasında normal liselerde okutulan kimya-1 ders kitaplarının kavram yanlışları yönünden incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Sarıkaya, Ş. (2001). *Ortaöğretim öğrencilerinin maddenin oluşumu ünitesine yönelik kavram yanlışlarının belirlenmesi: Balıkesir örneği*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

- Say, F. S. (2011). *Kavram karikatürlerinin 7. sınıf öğrencilerinin maddenin yapısı ve özellikleri konusunu öğrenmelerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Saydam, Ö. E. (2013). *Fen bilimleri öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı konusu ile ilgili kavram yanlışları*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Schmidt, H. J., Baumgärtner, T., & Eybe, H. (2003). Changing ideas about the periodic table of elements and students' alternative concepts of isotopes and allotropes. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 40(3), 257-277.
- Seçgin, F., Yalvaç, G., & Çetin, T. (2010, Kasım) *İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin karikatürler aracılığıyla çevre sorunlarına ilişkin algıları* [Sözel bildirimler]. International Conference on New Trends in Education and Their Implications, Antalya.
- Selvi, M. (2007). *Biyoloji öğretmeni adaylarının çevre kavramları ile ilgili algılamalarının değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Selvi, M., & Yıldız, K. (2009). Biyoloji öğretmeni adaylarının sera etkisi ile ilgili algılamaları. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(4), 813-852.
- Sökmen, N., Bayram, H., & Gürdal, A. (2000). 8. ve 9. sınıf öğrencilerinin fen eğitiminde yaşadığı kavram kargaşası. *Milli Eğitim Dergisi*, 146, 74-77.
- Spada, H. (1994). Conceptual change or multiple representations. *Learning and Instruction*, 4, 113.
- Stavy, R. (1988). Children's conception of gas. *International Journal of Science Education*, 10(5), 553-560.
- Stavy, R. (1990). Pupils' problems in understanding conservation of matter. *International Journal of Science Education*, 12(5), 501-512.
- Stepans, J. (1994). *Targeting Students' Science Misconceptions*. Riverview, FL: Idea Factory Inc.
- Summers, M., Kruger, C., & Childs, A. (2000). Primary school teachers' understanding of environmental issues: An interview study. *Environmental Education Research*, 6(4), 293-312.
- Summers, M., Kruger, C., Childs, A., & Mant, J. (2001). Understanding the science of environmental issues: development of a subject knowledge guide for primary teacher education. *International Journal of Science Education*, 23(1), 33-53.

- Şen, A. Z., & Nakiboğlu, C. (2021). Kimya Öğretmen Adaylarının Lise Kimya Konuları ile İlgili Yanlış Kavramalara Yönelik Teorik Bilgilerini Uygulamaya Dönüştürmeleri. *Trakya Eğitim Dergisi*, 11(3), 1735-1760.
- Şen, Ş., & Yılmaz, A. (2012). Erime ve çözünme ilgili kavram yanlışlarının ontolojik açıdan incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 54-72.
- Şen, Ş., & Yılmaz, A. (2013). A phenomenographic study on chemical bonding. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 7(2), 144-177.
- Şendur, G., Toprak, M., & Pekmez, E. Ş. (2008). Buharlaştırma ve kaynama etkisindeki kavram yanlışlarının gidisinde analoji yönteminin. *Ege Eğitim Dergisi*, 9(2), 37-58.
- Taber, K. S. (1993, Eylül). *Stability and lability in student conceptions: Some evidence from a case study* [Sözel bildirimler]. The British Educational Research Association Annual Conference, Liverpool.
- Taber, K. S. (1994). Misunderstanding the ionic bond. *Education in Chemistry*, 31(4), 100-103.
- Taber, K. S. (1997). Student understanding of ionic bonding: Molecular versus electrostatic framework? *School Science Review*, 78(285), 85-95.
- Taber, K. S. (1998). An alternative conceptual framework from chemistry education. *International Journal of Science Education*, 20, 597-608.
- Taber, K. S. (1999). Ideas about ionisation energy: A diagnostic instrument. *School Science Review*, 81, 97-104.
- Tan, K. C. & Treagust, D. (1999). Evaluating students' understanding of chemical bonding. *School Science Review*, 81, 75- 84.
- Tan, K. C. D., Taber, K. S., Goh, N. K., & Chia, L. S. (2005). The ionisation energy diagnostic instrument: a two-tier multiple-choice instrument to determine high school students' understanding of ionisation energy. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(4), 180-197.
- Tarhan, L., Ayyıldız, Y., Ogunc, A., & Sesen, B. A. (2013). A jigsaw cooperative learning application in elementary science and technology lessons: physical and chemical changes. *Research in Science & Technological Education*, 31(2), 184-203.
- Taşkın, Ö. (2012). *Fen ve teknoloji öğretiminde yeni yaklaşımlar*. Pegem Akademi, Ankara.
- Tatar, E. (2011). Prospective primary school teachers' misconceptions about states of matter. *Educational Research and Reviews*, 6(2), 197-200.

- Tavşancıl, E., & Aslan, A. E. (2001). *Sözel, yazılı ve diğer materyaller için içerik analizi ve uygulama örnekleri*. Ankara: Epsilon Yayınları.
- Tezcan, H., & Salmaz, Ç. (2005). Atomun yapısının kavratılmasında ve yanlış kavramaların giderilmesinde bütünleştirici ve geleneksel öğretim yöntemlerinin etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 41-54.
- Tosun Okatan, T. (2018). *Ortaokul öğrencilerinin kimyasal bağlar konusunda sahip oldukları kavram yanlışları*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Binali Yıldırım Üniversitesi, Erzincan.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.
- Tsaparlis, G. (2003). Chemical phenomena versus chemical reactions: do students make the connection? *Chemistry Education Research and Practice*, 4(1), 31-43.
- Türkoğuz, S., & Yankayış, K. (2015). Teacher' views related to the effects of misconceptions about heat and temperature on daily life. *Bayburt University Faculty of Education Journal*, 10(2), 98-515.
- Tytler, R. (2000). A comparison of Year 1 and Year 6 students' conceptions of evaporation and condensation: Dimensions of conceptual progression. *International Journal of Science Education*, 22(5), 447-467.
- Ural, E., & Başaran Uğur, A. R. (2021). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Isı-Sıcaklık ve Maddenin Halleri Konularına İlişkin Kavram Yanlışları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 18(40), 2221-2257.
- Ülgen, G. (1998). *Eğitim psikolojisinde kavram geliştirme: Uygulama ve kuramlar*. Ankara: H. Ü. Eğitim Fakültesi Yayınları.
- Ünal, R., & Zollman, D. (1999). *Students' description of an atom: A phenomenographic analysis*. Department of Physics Kansas State University.
- Ünal, S. (2002). *Lise 1 ve 3 öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavramları anlama seviyelerinin karşılaştırılması*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Ünal, S. (2007). *Atom ve molekülleri bir arada tutan kuvvetler konularının öğretiminde yeni bir yaklaşım: BDÖ ve KDM'nin birlikte kullanımının kavramsal değişime etkisi*. Yayımlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Ünal, S., Ayas, A. P., & Çelik, M. (2006). Lise öğrencilerinin iyonik bağla ilgili yanlış kavramları: bir örnek olay çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 31(141), 3-12.

- Ünal, S., Özmen, H., Demircioğlu, G., & Ayas, A. (2002, Eylül). *Lise öğrencilerinin kimyasal bağlarla ilgili anlama düzeylerinin ve yanlışlarının belirlenmesine yönelik bir çalışma* [Sözel bildirimler]. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Ünsal, A. A. (2019). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının gaz basıncı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Ürey, M., Şahin, B., & Şahin, N. F. (2011). Öğretmen adaylarının temel ekoloji kavramları ve çevre sorunları konusundaki yanlışları. *Ege Eğitim Dergisi*, 12(1), 21-51.
- Valanides, N. (2000). Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving. *Chemistry Education Research and Practice*, 1(2), 249-262.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45-69.
- Wach, E., & Ward, R. (2013). Learning about qualitative document analysis. <https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/bitstream/handle/20.500.12413/2989/PP%20InBrief%2013%20QDA%20FINAL2.pdf?sequence=4>.
- Wessel, W. (1999). Knowledge construction in high school physics: A study student teacher interaction. *Saskatchewan School Trustees Association Research Centre Report*.
- White, R. T. (1994). Conceptual and conceptional change. *Learning and Instruction*, 4(1), 117-121.
- Yağbasan, R., & Gülçiçek, A. G. Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 102-120.
- Yalçın, A., & Kılıç, Z. (2005). Öğrencilerin yanlış kavramaları ve ders kitaplarının yanlış kavramalara etkisi örnek konu: Radyoaktivite. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3) 125-141.
- Yalçinkaya, E. (2010). *Effect of case-based learning on 10th grade students' understanding of gas concepts, their attitude and motivation*. Yayımlanmamış doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Yeğnidemir, D. (2000). *Temel eğitim 8. sınıf öğrencilerinde madde ve maddenin tanecikli-boşluklu-hareketli yapısı ile ilgili yanlış kavramaların tespiti ve giderilmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

- Yıldırım, A., & Şimsek, H. (1999). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (11 baskı: 1999-2018)*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, Ş. (2020). *Kimyasal bağ kavramı ile ilgili öğrencilerin metaforik algılarının incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Yıldız, T. H. (2006). *İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Yılmaz, A., & Morgil, F. İ. (2001). Üniversite öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 172-178.
- Yurttaş, G. D. (2010). *Çevre sorunları ile ilgili bazı kavram yanlışlarının yapılandırılmış grid ile belirlenmesi ve giderilmesinde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğretimin etkisi: Muğla Üniversitesi örneği*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Muğla Üniversitesi, Muğla.
- Zoller, U. (1990). Students' misunderstandings and misconceptions in college freshman chemistry (general and organic). *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1053-1065.

