



Differences in Prospective Science Teachers' Descriptions of the Same Concepts Used in Chemistry and Biology Classes-II

Olçay SİNAN*

Balıkesir University, Balıkesir, TURKIYE

Received: 08.02.2010

Accepted: 03.05.2010

Abstract- The study examines biology, chemistry and pre-service science teachers' ideas about the same concepts used in different courses such as biology and chemistry. Firstly, a pilot study was conducted to reveal what kind of different ideas were constructed by the students. Then, a questionnaire consisted of five open-ended questions was prepared, and administered to 152 students. Additionally, semi-constructed interviews were made with nine students to get more detailed information about the conceptions. As a result, it was revealed that students constructed different meanings from the same concepts such as organic and inorganic substance, reduction and oxidation, aim of evaporation used in biology and chemistry classes. In the last section of the study, the reasons why students constructed different meanings from the same concepts used in different courses were analysed. Finally, recommendations were noted to overcome those complications.

Keywords: Prospective teacher, misconceptions, science education, language

Summary

Introduction: Concept is a knowledge form that covers common changeable characteristics of different object and facts (Ulgen, 2001). For an efficient learning it is necessary to construct the concepts in students' minds correctly (Tatar and Koray, 2005). Programs prepared by Turkish National Education Ministry (MEB) state that students' being science and technology literacy is very important. Science and technology literacy students should be able to understand and use basic science concepts, principles and laws.

Studies reveal that students can develop misconceptions through text books, language, teachers and learning environments and most of these are resistant to change. It has also been reported that some misconceptions occur due to teachers' using different explanations for the very same concepts. Therefore it is very important that teachers should correctly explain

* Corresponding author: Olçay Sinan, Assistant Professor in Science Education,
Balıkesir University, Faculty of Necatibey Education, 10100, Balıkesir, TURKIYE
E-mail: olcaysinan@yahoo.com

common concepts used in closely related fields such as chemistry and biology. Generally teachers have been expected to obtain this during their undergraduate education. For this reason this work has been done to reveal whether prospective science, biology and chemistry teachers explain same concepts in different ways and if so to search why this happens.

Methodology: The research is a survey model and 152 students have participated in total. Students were studying at Balıkesir University, Necatibey Education Faculty in 2007-2008 academic year and chosen in the following pattern; from chemistry department 50 students in 4th year, from biology department 42 students in 4th year, and from science department 60 students in 3rd year. In addition semi-structured interviews have been conducted with 3 students from each department, e.g. with 9 students in total.

A test composed of 5 open ended questions had been prepared. Before the test eventually finalized field experts' help had been sought and some reliability tests have been done. Then prospective chemistry, biology and science teachers took the test.

The answers given the test have been categorized in two main headings as scientifically acceptable and unacceptable ones. The answers under these two main categories have been then divided sub-categories according to similar characteristics of the answers and frequencies of these are given in tables. Students' explanations taken during the interviews are analyzed and used in findings chapter towards related concepts.

Results, Interpretations and Discussion: Most of students have scientifically acceptable ideas on concept of catalyst. However, 8 percent of chemistry students, 5 percent of biology students and 23 percent of science students describe catalyst as a substance which either accelerate or decelerate reactions.

For the second question which aims to reveal how the students establish relations between the actual purposes of human sweating and plant perspiration only 2 percent of chemistry students, 48 percent of biology students and 23 percent of science students made scientifically sought explanation. It is worth attention that only 2 percent of chemistry students offered a scientifically acceptable explanation although the actual purpose of perspiration is to get temperature balance.

The findings on "activation energy" are more promising. While all chemistry students offered scientifically acceptable explanations, 8 percent of biology students and 2 percent of science students thought that it was a kind of energy that enzymes need it to be active and that is a scientifically unacceptable explanation.

Most of the students offered scientifically acceptable explanations on organic and inorganic substances. While most of the prospective chemistry and biology teachers explained the concepts as "substances that consist C, H, O are organic ones", prospective science teachers described the concepts as follows; "inorganic substances are not synthesized by live organisms and organic substances are synthesized by live organisms".

Findings show that most of the students who participated in the research develop scientifically acceptable understanding on "oxidation" and "reduction". It is worth to note that prospective science teachers offered the highest accurate explanation. The figures are prospective science teachers' 91, chemistry teachers' 88 and biology teachers' 76 percent. It is possible to argue that it is because prospective science teachers very often come across with these concepts at physics, chemistry and biology classes.

Conclusions and Suggestions: Findings reveal that prospective teachers have different ideas on the same concepts like organic and inorganic substances, reduction and oxidation and the purpose of perspiration used in chemistry and biology classes. Moreover it has also been revealed that students who had participated in the research had many misconceptions. It can be argued that teachers, language, text books, everyday experiences and media can be responsible for these. Moreover, it is observed that students have difficulties in transferring the concepts that they have learned in a class to another subjects and to everyday life. This study once again proves that concepts thought in chemistry courses have an utmost importance for biology classes and scientific fields one way or other have relations that should never be underestimated.

In accordance with the findings of the study the followings can be suggested.

- ◆ In chemistry and biology lessons reaction, reaction speed, chemical balance, chemical kinetics, thermodynamic, activation energy, catalyst and enzyme concepts should be taught by establishing relations among each other.
- ◆ Relation can be established between temperature and heat and perspiration concepts. It should be clearly put that the actual purpose of perspiration is to get temperature balance.
- ◆ Critical characteristics of organic and inorganic substances should be clearly defined and irregularities should be explained.
- ◆ It should be more clearly explained that reduction and oxidation concepts only take place according to electron exchange and reduction and oxidation events do not occur in every reaction in which hydrogen exchange takes place.
- ◆ In the commissions of science text books there should be experts in physics, chemistry and biology.
- ◆ It has an utmost importance that students should be able to link what they have learned in a classroom with the other subjects and everyday life.

Öğretmen Adaylarının Kimya ve Biyoloji Derslerinde Kullanılan Bazı Ortak Kavramları Tanımlamalarındaki Farklılıklar-II

Yrd. Doç. Dr. Olcay SİNAN*

Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, TÜRKİYE

Makale Gönderme Tarihi: 08.02.2010

Makale Kabul Tarihi: 03.05.2010

Özet- Bu çalışmada kimya, biyoloji ve fen bilgisi lisans öğrencilerinin kimya ve biyoloji derslerinde ortak olarak kullanılan bazı kavramlarla ilgili fikirleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Denemeler sonucu öğrencilerin farklı anlamlar oluşturdukları tespit edilen kavramlarla ilgili açık uçlu 5 sorudan oluşan bir test hazırlanarak 152 öğrenciye uygulanmıştır. Bu öğrenciler içerisinde 9 tanesi ile de yarı yapılandırılmış görüşme yapılarak daha detaylı bilgiler elde edilmiştir. Sonuç olarak biyoloji ve kimya derslerinde ortak olarak kullanılan organik ve inorganik madde, indirgenme ve yükseltgenme kavramları ve terlemenin amacı ile ilgili farklı anlamlar oluşturulduğu belirlenmiştir. Araştırmanın son bölümünde, aynı kavramın değişik derslerde farklı anlamlarda kullanılmasının nedenleri üzerinde durularak bu sorunların azaltılması için öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Öğretmen adayı, kavram yanılgıları, fen eğitimi, dil

Giriş

Bilim ve teknolojiadaki gelişmeler bilginin çok hızlı bir şekilde artması neden olmaktadır. Bu durum insanların her bilgiyi almasını imkânsız hale getirmektedir. Aynı şekilde bilim adamlarının da her türlü bilgiyi bilmesi mümkün değildir. İşte bu nedenle bilim adamlarının farklı dallarda uzmanlaşması gerekmektedir. Bilimle uğraşan ilk insanlar için zorunlu olmayan uzmanlaşma bilgi artışı ile bir mecburiyet haline gelmiştir. Belirli bir alandaki uzmanlaşmalar bilimin alt dallarına ayrılmasını sağlamıştır.

Bilimsel çalışmaların daha iyi yapılabilmesi amacıyla yapılan alt bilim dallarının oluşması bazı sorunları da beraberinde getirmiştir. Bu çalışmanın birinci bölümü olan önceki makalede (Sinan, 2009) belirtildiği gibi biyoloji ve kimya gibi derslerde ortak olarak kullanılan bazı kavramların farklı tanımları tespit edilmiştir. Aynı çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının bu durumdan daha fazla etkilendiği vurgulanmıştır.

* İletişim: Olcay Sinan, Yrd. Doç. Dr.,
Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fak., Fen Bilgisi Eğitimi ABD, 10100, Balıkesir, TÜRKİYE
E-mail: olcaysinan@yahoo.com

Kavram; farklı obje ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bilgi formudur (Ülgen, 2001). Etkili öğrenme için kavramların öğrenci zihninde doğru olarak yapılandırılması gerekmektedir (Tatar ve Koray, 2005). Kavramlar soyut düşünce birimleridir ve gerçek dünyada değil, düşüncelerde vardır (Kaptan, 1998). İnsanlar kavramlar sayesinde birbirleri ile iletişim kurar ve anlaşır.

Fen ve Teknoloji öğretim programında bilimsel ve teknolojik gelişmelerin çok hızlı olduğu vurgulanarak güçlü bir gelecek oluşturmak için fen derslerinin anahtar bir rol oynayacağı vurgulanmaktadır. Bu nedenle de bütün öğrencilerin fen ve teknoloji okuryazarı olarak yetişmesinin çok önemli olduğu belirtilmektedir (MEB-FTP Programı, s.5). Aynı programda fen ve teknoloji okuryazarının temel fen kavram, ilke, yasa ve kuramlarını anlayarak uygun bir şekilde kullanması gerektiği ifade edilmiştir.

Fen derslerindeki anahtar kavramları öğrencilerin iyi anlayabilmesi için öncelikle öğretmen adaylarının bu kavramları daha iyi anlamış olması gerekmektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının lisans öğrenimleri sırasında almış oldukları fizik, kimya ve biyoloji dersleri bu açıdan önem arz etmektedir.

Yapılandırmacı öğrenmeye göre başlangıç noktası, öğrencilerin önceki bilgi ve deneyimleridir. Öğrencilerin, bilimsel bilgileri önceki tecrübeleriyle anlamlandırarak öğrenmelerini sağlamak esastır (Bağcı-Kılıç, 2001). Bu nedenle kavramsal anlamının sağlanması ile ezberin ötesinde bir öğrenme gerçekleşebilir (Özden, 2003).

Herkesin farklı farklı referans noktaları vardır. Çünkü her insanın genetik yapısı ve yaşadığı ortam farklıdır. Çevreden gelen uyarılar her insan için bir bilgi hammaddesidir. Bu hammaddelerden herkes farklı farklı bilgiler (knowledge) oluşturur (Özden, 2003). Bu sürecin doğal sonucu bilimsel olmayan fikirler meydana getirilebilir. Literatürde genellikle kavram yanılgısı olarak ifade edilen bu fikirlerin öğretmen, öğrenci, ders kitabı, kullanılan dil gibi birçok nedenden oluştuğu ve bunların değişime dirençli oldukları birçok çalışmada bildirilmiştir (Bahar, 2003).

Yapılan literatür taramasında fizik, kimya ve biyoloji derslerinde ortak olarak kullanılan kavramların öğrenilmesine yönelik doğrudan ilişkili çalışmalara rastlanmamıştır. Ancak araştırma konusu ile ilişkili olduğu düşünülen çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Schmidt (1997) tarafından yapılan bir çalışmada öğrencilerin 4 kimya terimi ile ilgili fikirleri araştırılmıştır. Bunlar isomerizm, nötralleşme, asit-baz ve redoks kavramlarıdır. Araştırmacı öğrencilerde kimya konularıyla ilgili birçok kavram yanılgısının olduğunu ve bunlardan redoks kavramına ilişkin de bazı yanılgılarının olduğunu bildirmiştir. Redoks

kelimesindeki “oks” hecesinin öğrencilerde yanılmaya neden olduğunu ve her redoks tepkimelerinde oksijenin olması gerektiği fikrinin oluştuğunu aynı araştırmacı öne sürmüştür. Ayrıca bazı terimlerin ilk tanımlanmasında hataların olduğu ve bunlara öğretim sırasında dikkat edilmesi gerektiği rapor edilmiştir (Schmidt, 1997).

Ürek ve diğerleri (2002) proteinler ve enzimler konusunda rehber materyal geliştirilmesi ile ilgili yaptıkları araştırmada ders kitaplarında önemli hataların olduğunu ve bunların öğretimde kullanılmasının bazı yanlış öğrenmelere neden olduğunu ileri sürmüştür.

Kavram yanlışları ile ilgili Tekkaya ve diğerleri (2000) tarafından yapılan çalışmada biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji dersi kapsamında birçok konuda öğrenme güçlüklerinin olduğu tespit edilmiştir. Aynı araştırmacılar, bitki biyolojisi, ekoloji, sindirim sistemi, solunum, boşaltım, enzim, difüzyon ve osmoz, hücre bölünmesi ve sınıflandırma ile ilgili konularda öğrencilerin birçok kavram yanlışlığına sahip olduklarını bildirmiştir. Çalışmanın sonucunda öneri olarak öğretmen adaylarının tespit edilen kavram yanlışları hakkında bilgilendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Başka bir çalışmada Bahar ve diğerleri (1999) üniversite öğrencilerin öğrenmede zorluk çektikleri biyoloji konularını araştırmıştır. Öğrenme güçlükleri çekilen konular arasında difüzyon, osmoz, fotosentez, DNA ve RNA, mitoz ve mayoz, enzimler, besin ve enerji zinciri, genetik çaprazlamalar sıralanmıştır. Aynı araştırmacılar; ders kitapları, kullanılan dil ve öğrenme ortamı gibi değişkenlerin başlıca öğrenme engel olabileceğini ileri sürmüştür (Bahar, 2003).

Kabapınar (2007) ilköğretimden lisans düzeyine kadar öğrencilerde kavram yanlışlarının bulunduğunu ve bunların değişik nedenlerinin olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, öğretmenlerin aynı kavramla ilgili farklı tanımlar yapmasının bazı kavram yanlışlarına neden olduğunu ifade etmiştir. Sınıf içinde dikkatsiz bir şekilde kullanılan dilin de kavram yanlışlarının oluşmasında etkili olduğu öne sürülmüştür. Aynı araştırmacı, öğretmen için açık ve anlaşılır ifadelerin, bazı durumlarda bu terminolojiye aşina olmayan öğrencileri ikileme düşürebildiğini söylemiştir.

Öğretmenlerin öğretimin planlanmasında önemli rollerinin olduğunu belirten Chui (2007) fen öğretiminin kalitesinin artırılmasında yine öğretmenlere çok iş düştüğünü ileri sürmüştür. Aynı araştırmacı, öğretmenlerin yaklaşımlarını değiştirmeleri, pedagojik içerik bilgilerini geliştirmeye çalışmaları gerektiğini ifade etmiştir. Chui (2007) kavram yanlışlarının kaynaklarının öğretmenler, günlük kullanılan dil, kitaplardaki bazı simgeler ve medya olabileceğini rapor etmiştir. Aynı kelimenin değişik alanlarda farklı anlamlarda

kullanılmasından dolayı bazı zorlukların da meydana geldiği aktarılmıştır (Chui, 2007). Bu araştırmacının söylediklerine paralel olarak Paik ve diğerleri (2007) tarafından sınıfta öğretmen ile öğrencilerin arasında bir etkileşim olduğu ifade edilerek öğretmenlerin derslerinde terminolojiyi kullanırken çok hassa davranmaları gerektiği beyan edilmiştir.

Öğretmenlerin konu alanı bilgisinin öğrenme ve öğretme için çok önemli olduğunu belirten Çakmakçı ve diğerleri (2006) öğretmen adaylarının kimya kavramlarını bilimsel anlamına uygun bir şekilde öğrenmesi gerektiğini bildirmiştir. Aynı araştırmacılar, bir ortamda kullanılan bilimsel olarak kabul edilebilir kavramın başka bir ortamda yanlış bir şekilde kullanılabildiğinden bahsederek kavramsal anlamının önemine işaret etmiştir. Mesela, fen eğitimcileri kinetikle ilgili terimleri farklı anlamlarda kullanmaktadır. Aynı araştırmacılar reaksiyon hızının öğretiminde en önemli meselenin ilgili terimlerin/kavramların arasındaki farklılıkların anlaşılması gerektiği öne sürülmüştür.

Canpolat ve diğerleri (2004) kimya derslerinde birçok soyut kavramın olduğuna değinerek bu kavramların öğrenilmesinin daha karmaşık süreçle gerçekleşebileceğini aktarmıştır. Aynı çalışmada gündelik hayatta kullanılan dilin öğrencilerde yanlış kavramalara neden olabileceği bildirilmiştir. Öğretim sürecinde öğretmenlerin, mümkün olduğu kadar kavramların anlamını tam ve doğru olarak tanımlayan sözcükler ve ifadeler kullanılması gerektiğini önerilmiştir. Bir kavrama ait tanımların, farklı disiplinlerde farklı anlamlarda kullanılabildiğini ve bunların öğrencilerde yanlış kavramalara neden olduğunu, bu tür kavramlara ait tanımlar arasındaki farklılıklara dikkat edilmesi gerektiğini aynı araştırmacılar beyan etmiştir.

Yukarıda belirtilen çalışmalara ilave olarak Sinan (2009) tarafından yapılan aynı başlıklı araştırmada kimya ve biyoloji derslerinde ortak olarak kullanılan bazı kavramlarda farklı tanımlamalar yapıldığı belirtilmiştir. Söz konusu makalede “osmotik basınç”, “amfoter madde”, “radikal grup”, “yoğunluk ve derişim”, “difüzyon” kavramları ile ilgili öğretmen adaylarının fikirleri ele alınmıştır. Farklı branşlardaki öğretmen adaylarının aynı kavramları farklı şekillerde tanımlayabildikleri bu çalışmada rapor edilmiştir. Sayfa sınırlaması nedeniyle önceki çalışmada verilemeyen sonraki beş kavramın ele alındığı bu araştırma öncekinin devamı niteliğindedir.

Çalışmanın Önemi

Yapılan birçok çalışma öğrencilerde ders kitapları, kullanılan dil, öğretmen ve öğrenme ortamı gibi değişkenlerle kavram yanlışlarının meydana gelebildiğini ve bunların değişime dirençli olduklarını göstermiştir (Bahar, 2003). Literatür taramasında da verildiği gibi fizik, kimya ve biyoloji derslerinde ortak olarak kullanılan kavramın farklı şekillerde tanımlanması ve anlaşılması ile ilgili doğrudan ilişkili bir çalışma Sinan (2009) tarafından yapılmıştır. Öncekinin devamı olan bu çalışma ile bahsedilen problemin ikinci defa ele alındığı söylenebilir.

Ayrıca çalışma grubunun öğretmen adaylarından (çalışmanın bazı yerlerinde lisans öğrencileri olarak kullanılmıştır) oluşması da araştırmanın önemini biraz daha artırmaktadır. Şimdiye kadar öğretmen adaylarının öğrenme güçlükleri ve kavram yanlışları üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda öğretmen adaylarında da birçok kavram yanlışlarının olduğu ve bunların eğitim sisteminin sağlıklı işleyişini olumsuz etkilediği rapor edilmiştir (Küçüközer ve Demirci, 2008; Yılmaz ve diğer., 2002; Sinan, 2007). Bu sebeple fen bilgisi, biyoloji ve kimya öğretmen adaylarının aynı kavramı farklı şekillerde tanımlayıp tanımlamadığının tespit edilmesini ve bunların nedenlerinin araştırılmasını gerektiren böyle bir çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur.

Çalışmanın Amacı

Araştırmada şu sorulara cevaplar aranmıştır:

1. Fen bilgisi, kimya ve biyoloji öğretmen adayları aynı fen kavramlarını acaba farklı şekillerde mi öğreniyorlar?
2. Kavramlar ortak olmasına rağmen farklı anlamlar çıkarılmasının nedenleri nelerdir?
3. Farklı anlamlar ne türlü sonuçlara yol açıyor?

Yöntem

Araştırma Modeli ve Çalışma Grubu

Araştırma bir tarama modeli olup öğrencilerin mevcut durumunu ortaya koymak amaçlanmıştır. Çalışma grubuna Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi 2007–2008 eğitim-öğretim yılında Kimya (50, 4. sınıf), Biyoloji (42, 4.sınıf) ve Fen Bilgisi (60,

3.sınıf) öğretmenliğinden toplam 152 öğrenci dâhil olmuştur. Ayrıca toplam 9 öğrenci (Kimya 3, Biyoloji 3, Fen Bilgisi 3) ile de yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Öğrencilerin hangi kavramları farklı anlamlarda kullandıklarını tespit etmek amacıyla bir ön çalışma yapıldı. Bu çalışmada fizik, kimya ve biyoloji derslerinde ortak olarak kullanılan kavramlar taranarak sorular hazırlanmıştır. Bu sorular çalışma grubundaki öğrencilerle aynı branştaki öğrencilere verilerek cevaplamaları istenmiştir. Öğrencilerin açıklamaları analiz edilerek hangi kavramların tanımlanmalarında sorunlar olduğu belirlenmiştir. Elde edilen ilk bulgulara göre öğrencilerin aslen fizik derslerinde öğretilen kavramları tanımlamalarında kayda değer bir sorun olmadığı tespit edildiğinden, sadece kimya ve biyoloji derslerinde ortak olarak kullanılan kavramlarla ilgili sorular son haliyle testte yer almıştır. Konu alanı ile ilgili öğretim elemanlarının da yardımlarına başvurularak hazırlanan açık uçlu 5 sorudan oluşan test kimya, biyoloji ve fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulanmıştır.

Verilerin Analizi

Öğrencilerin test sorularına verdikleri yanıtlar bilimsel olarak kabul edilebilir ve edilemez olarak iki ana kategoriye ayrılmıştır. Bu iki ana kategorideki öğrencilerin cevapları benzer özelliklerine göre alt kategorilerde toplanarak bunların % frekansları tablolar halinde verilmiştir.

Öğrencilerin test sorularına verdikleri cevapları teyit etmek ve daha ayrıntılı bilgi almak amacıyla yapılan görüşmelerdeki açıklamaları da analiz edilerek bulgular kısmında ilgili kavramlara yönelik kullanılmıştır. Araştırmaya katılan ve mülakat yapılan öğrencilere K45 (Kimya 45 nolu öğrenci), B26 (Biyoloji 26 nolu öğrenci), F3 (Fen bilgisi 3 nolu öğrenci) gibi kodlar verilerek görüşleri uygun yerlerde kullanılmıştır.

Bulgular, Yorumlar ve Tartışma

Çalışmada araştırılan 5 kavramla ilgili test sorularından ve görüşmelerden elde edilen öğrencilerin düşünceleri bu bölümde sunularak yorumlanmıştır.

Araştırmaya katılan öğrencilere “Katalizör nedir? Ne işe yarar? Açıklayınız.” şeklinde verilen testin 1. sorusunda öğrencilerin hem kimya hem de biyoloji derslerinde karşılaştıkları katalizör ve enzim kavramı ile ilgili düşünceleri sorulmuştur. Öğrencilerin bu kavramla ilgili fikirleri aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1 Testin 1. sorusunun cevap kategorileri

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLARININ KATEGORİLERİ	K (%)	B (%)	F (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	Aktifleşme enerjisini düşürerek reaksiyonu hızlandırır.	54	62	30
	A2	Reaksiyonu hızlandıran maddelerdir.	38	26	47
		TOPLAM	92	88	77
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	Reaksiyonu hızlandıran ve yavaşlatan maddelerdir. Reaksiyonu hızlandıran veya yavaşlatan maddelerdir.	6	5	8
	B2	Yavaşlatanlara inhibitör, hızlandıranlara da aktivatör denir.	2		15
		TOPLAM	8	5	23
C. Cevap Yok				7	

Tablo 1 incelendiğinde öğrencilerin genel olarak katalizör kavramı ile ilgili bilimsel olarak doğru kabul edilebilir fikirlerinin olduğu görülmektedir (Kimya %92, Biyoloji %88, Fen Bilgisi %77). Ancak kimya öğrencilerinin %8'i, biyoloji öğrencilerinin %5'i, fen bilgisi öğrencilerinin de %23'ü katalizörün hem reaksiyonu hızlandıran hem de yavaşlatan madde olduğunu beyan etmiştir. Özellikle de fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel olarak kabul edilemez açıklamalarındaki oranın yüksek olması dikkat çekicidir. Bu sonuç kullanılan dilin kavram yanlışlarına neden olabildiğini gösteren çalışmalarla (Bahar, 2003; Sinan, 2007; Kabapınar, 2007) paralellik göstermektedir.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde katalizör, aktivasyon enerjisi ve enzim kavramları ile ilgili sorular sorularak aşağıdaki veriler toplanmıştır.

K45: Katalizör reaksiyonun aktivasyon enerjisini düşürerek hızlandırır, reaksiyonu başlatmaz.

B34: Katalizör aktivasyon enerjisini düşürerek reaksiyonu hızlandırır.

F60: Katalizör reaksiyon hızını aktivasyon enerjisi hızını düşürerek artırır.

B26: Enzimler katalizördür. Reaksiyonları hızlandırır. Mesela sindirim enzimleri besinleri küçültür, yüzeyi artırır. ES ilişkisi vardır.

F3: Katalizör reaksiyonu hızlandırır. Testte yavaşlattığımı da söylemişim ama yanlış olmuş. (G: Katalizör ile aktivasyon enerjisi arasında bir ilişki var mı?). Bilmiyorum.

Bu diyaloglarda da görüldüğü gibi öğrenciler enzimlerin katalizör olduğunu ve aktivasyon enerjisini düşürerek reaksiyonları hızlandırdıklarını belirtmişlerdir. Ancak F3 kodlu öğrenci testte söylediğini düzelterek katalizörün sadece reaksiyonu hızlandırdığını

belirtmesine rağmen, aktivasyon enerjisi ile bir ilişki kuramamıştır. Aşağıda verilen diyaloglarda ise, öğrencilerin bazı bilimsel olarak kabul edilemez açıklamalarının devam ettiği görülmektedir.

K42: Katalizör reaksiyonu başlatır ve hızlandırır. Mesela organik kimyada görmüştük. Bir mekanizma katalizör ile gerçekleştiriliyordu. Dolayısıyla reaksiyonu gerçekleştirir. Yani katalizör gerektiren reaksiyonlar var. Gerekli olmayanlar da var. Aynı zamanda katalizör reaksiyonun hızlı olmasını sağlar. Bunu da aktivasyon enerjisini düşürerek de yapabilir, başka bir mekanizma ile de yapabilir.

B42: Reaksiyonun başlaması için katalizör gerekir. Bazen de gerekmez.

Bu öğrenciler katalizörün hem reaksiyonu başlattığını hem de hızlandığını kimya derslerindeki reaksiyon mekanizmalarına dayandırmıştır. Aynı öğrenciler reaksiyonu başlatmasından dolayı katalizörün reaksiyonun olması için gerekli olduğunu düşünmüşlerdir. Katalizörün denge sabitinin değerini değiştirmede ancak aktifleşme enerjisini düşürüp ileri ve geri yöndeki hızları aynı oranda artırarak dengeye gelme süresini kısalttığı bilgisinden öğrencilerin yoksun oldukları söylenebilir (Doğan ve diğer., 2007).

F57: Enzim reaksiyonun hızını etkilemiyor. Orada yanlış söylemişim. Sadece aktivasyon enerjisini düşürerek oluşan ürün sayısını artırıyor. Ürünün meydana gelme süresi kısalmış oluyor. Reaksiyon hızı artmıyor.

F57 kodlu öğrenci ise, yukarıda görüldüğü gibi çok ilginç bir açıklama yapmıştır. Enzimlerin reaksiyonu hızlandırmadığını, oluşan ürün sayısını artırdıklarını hatta reaksiyonun olma süresini kısalttığını iddia etmiştir. Bu öğrencinin kimya derslerinde verilen reaksiyon hızı kavramını tam olarak anlamadığı söylenebilir. Çakmakçı ve diğerlerinin (2006) söylediklerine paralel olarak öğrencilerin kimyasal reaksiyonların hızını anlama ile ilgili bazı zorluklarının olduğu görülmektedir. Ayrıca bu konunun kinetikteki kavramların anlaşılması için çok önemli olduğu aynı çalışmada bildirilmiştir.

Öğrencilerin katalizör ile ilgili kavramları genel olarak ele alındığında önemli temel bilgilerinde eksiklik ve hataların olduğu söylenebilir. Benzer şekilde termodinamik yasalarının iyi anlaşılma olmaması da bu eksikliklerin kaynaklarından biri olduğu düşünülmektedir. Çakmakçı ve Leach (2005) kimyasal kinetik ve termodinamikteki aktivasyon enerjisi, entropi, entalpi, serbest enerji, ekzotermik ve endotermik reaksiyon gibi bazı kavramların ayrı ayrı öğretilmesinden dolayı bazı karışıklıkların olduğundan bahsederek kavramsal anlamının gerçekleşemediğine dikkat çekmektedir. Benzer bir durum bu

araştırmada da tespit edilmiştir. Kimya derslerinde yeterince iyi anlaşılmayan reaksiyon, reaksiyon hızı, reaksiyon hızını etkileyen faktörler, kimyasal denge ve katalizör kavramları, biyoloji derslerinde enzimlerin öğrenilmesinde bazı öğrenme zorluklarına yol açmaktadır. Çakmakçı ve diğerleri (2006) tarafından belirtildiği gibi öğrencilerin kavramları anlamalarını artırmak için, onlara bilgiyi farklı ortamlara dönüştürebilmelerine imkân tanıyan fırsatlar verilmelidir. Söz konusu öğrencilerin öğretmen adayı olması da sorunun ciddiyetini daha çok artırmaktadır.

Bitkilerdeki terlemenin mekanizmasının sorulduğu 2. soruyla ilgili kimya, biyoloji ve fen bilgisi öğrencilerinin açıklamalarından oluşan kategoriler aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo2). “Isı dengesini sağlamak için terleme olur” haricinde yapılan açıklamalar, bilimsel olarak kabul edilemez kategorisine alınmıştır. Ancak bu açıklamaların bazıları doğru olsa da, terlemenin asıl amacını açıklama açısından düşünüldüğünde istenilen cevap grubuna dâhil edilememiştir.

Tablo 2 Testin 2. sorusunun cevap kategorileri

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLARININ KATEGORİLERİ	K (%)	B (%)	F (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	Isı dengesini sağlamak için terleme olur.	2	48	23
	TOPLAM		2	48	23
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	Suyun topraktan alınması/köklerden yapraklara iletilmesi için terleme olur.	8	29	5
	B2	Tuz ve su oranını dengelemek için yapar	2		7
	B3	Fazla suyu terleme ile dışarı atarlar.	10	10	18
	B4	Fotosentez nedeniyle fazla suyu dışarı atarlar.	6		
	B5	Solunumla çıkan su bu şekilde atılır.	6		2
	B6	Gaz alış-verişi sırasında terleme ile fazla su dışarı atılır	4		2
	B7	Terleme ile fazla tuz, su, toksin/artık maddeler atılır.	22	10	38
	B8	Osmotik/turgor basıncından olur.	18		2
	B9	Bitkinin yıpranan kısımlarını onarmak için terleme gerekir.			2
TOPLAM		76	47	75	
C. Cevap Yok			22	5	2

Öğrencilerin insandaki terleme ile bitkideki terlemenin asıl amaçları arasında nasıl ilişki kurabildiklerini anlayabilmek amacıyla sorulan 2. soruda çok değişik açıklamaların yapıldığı yukarıdaki tabloda görülmektedir. Kimya öğrencilerinin %2'si, biyoloji öğrencilerinin %48'i, fen bilgisi öğrencilerinin de %23'ü istenilen bilimsel olarak kabul edilebilir açıklamayı yapabirmiştir. Terlemenin asıl amacı ısı dengesini sağlamak olmasına rağmen, kimya

öğretmen adaylarının çok azının (%2) bilimsel olarak kabul edilebilir açıklama yapması dikkat çekmektedir.

Tablo incelendiğinde kimya öğrencilerinin %22'si fazla suyu, tuzu, toksin maddeyi atmak amacıyla, %18'i de osmotik/turgor basıncından dolayı bitkilerde terlemenin olduğunu söylemektedir. Benzer şekilde kimya ve biyoloji öğrencilerinin %10'u, fen bilgisi öğrencilerinin de %18'i bitkilerin fazla suyu terleme ile atıklarını ileri sürmektedir. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar içerisinde en ilginç olanlarından biri de topraktan suyun alınması için terleme yapılması gerektiğini söyleyen öğrencilerin yüksek olmasıdır (Kimya %8, Biyoloji %29, Fen Bilgisi %5). Biyoloji derslerinde bitkilerde taşıma sistemi konusu işlenirken terleme-kohezyon gücü ile suyun taşındığından bahsedilmektedir. Muhtemelen buradaki bağlantı ile bitkilerin terleme yapmasının temel nedeni topraktan su alınması olarak düşünülmüş olabilir. Ancak terleme sonucu topraktan su alınmasına yardım edilmesi dolaylı bir ilişkidir. Çünkü bitkinin su almak için su atması çok da mantıklı değildir.

Günlük yaşamdaki deneyimler ve değişik derslerde ısı ve sıcaklık konularında öğrenilenlerle terlemenin asıl amacının hem bitkiler hem de insanlar için aynı olması gerektiği sonucuna öğrencilerin ulaşması beklenebilir. Tablo 2'de elde edilen bulgulara göre, özellikle kimya öğrencilerinin bu ilişkiyi kurmada başarısız oldukları söylenebilir. Bir derste öğrenilenler başka derslerdeki kavramlarla ilişkilendirilerek kavramsal anlama sağlanamamış görünüyor.

Öğrenciler bitkiler ve insanlar için terlemenin amacında benzerlik ve/veya farklılık olup olmadığı yarı-yapılandırılmış görüşmelerde sorulmuştur. Öğrencilerle geçen diyaloglar aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

- B42:** Bitkide terleme ile ısı dengesi sağlanır. Aynı zamanda kökten su ve mineral alınması da sağlanır. İnsandaki terleme ile sadece ısı dengesi sağlanır.
- B26:** Terlemenin amacı insanda fazla ısının uzaklaştırılmasıdır. Bitki için de aynı olmalı. Testte verdiğim cevap eksikmiş. Yeni öğrendim.
- K45:** İnsanın terlemesinin amacı vücuttaki fazla ısıyı uzaklaştırmaktır. Aynı durum bitkiler için de geçerli olmalı diye düşünüyorum ama tam emin değilim.
- B34:** Terleme ile bitkinin fazla ısınması önlenir. Artık maddeler ve fazla su atılır. Ama insan da fazla su atılma diye bir şey yoktur.

Yukarıda verilen diyaloglarda görüldüğü gibi hem bitkiler hem de insanlar için terlemenin asıl amacının ısı dengesini sağlamak olduğu ifade edilmiştir. Görüşmeye katılan

B42 kodlu öğrencinin “Terleme ile kökten su ve mineral alınması da sağlanır.” açıklaması ise terlemenin dolaylı ilişkisini ortaya koymaktadır. Tablo 3’teki sonuca benzer şekilde daha fazla sayıda biyoloji öğrencisinin bilimsel olarak kabul edilebilir açıklama yaptıkları göze çarpmaktadır. Bu öğrencilerin kimya ve biyoloji derslerinde öğrendiklerini doğru bir şekilde ilişkilendirip kavramsal anlamayı sağladıkları söylenebilir. Gerçek anlamda öğrenmenin sağlanması için istenen de budur.

F3: Terleme ile bitkiler fazla suyu atar. Toprakta sadece su almaz. Mineraller de alır. Ama su fazla olduğunda terleme ile atar. İnsan da terler. Fazla suyu atar. Başka bir nedeni var mı? Bilemiyorum.

K42: İnsan neden terler? Toksinleri atmak için terler. Belki suyu yenilemek için de olabilir. Bitki de aynı amaçla yapar diye düşünüyorum.

K48: İnsanda terleme olur. Toksin maddeleri atmak için terleme olur. Mesela ben çok terliyorum. Toksin maddeleri attığımı düşünüyorum. Tedavi amaçlı ilaç kullanıyorum. Bitkiler terleme yapar mı? Her halde yapar. Ne amaçla yapıldığını bilmiyorum ama onlar için de benzer bir durum olabilir.

F60: İnsanın terlemesinin amacı fazla suyu dışarı atmaktır. Bitki için de aynı şey geçerlidir.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde F3, K42, K48 ve F60 kodlu öğrencilerden testte verdikleri cevaplara paralel açıklamalar gelmiştir. Bu öğrenciler terleme ile ısı dengesi arasında bir ilişki kurmayı tuz, toksin ve fazla suyun atılmasının terleme ile yapıldığını ifade etmiştir. Kimya derslerinde bu öğrencilerin hal değişimleri, ısı ve sıcaklık kavramlarını en azından teorik olarak öğrenmiş olmaları gerekmektedir. Bunların yanı sıra günlük yaşamda karşılaşılan durumlar arasında ilişkiler kurulmalıdır. Kimya derslerindeki altyapı ile biyoloji derslerinde canlıların ısı dengesi ve terleme ilişkilendirilebilir. Yapılandırmacı öğrenmeye göre yeni bilgi öncekilerin üzerine kurulduğundan (Bağcı-Kılıç, 2003) dersler arasında bu şekilde yapılacak ilişkilendirme öğretmen adaylarının daha donanımlı olmasını sağlayabilir.

Testin 3. sorusunda öğrencilere “Aktivasyon enerjisi nedir?” şeklinde bir soru sorularak neler bildiklerini ifade etmeleri istenmiştir. Bu soruda öğrencilerin hem kimyasal reaksiyon hem de 1. soruda irdelenen katalizör kavramı ile ilgili fikirlerinin sorgulanması da amaçlanmıştır. Öğrencilerin açıklamalarından elde edilen bulgular aşağıdaki tabloda özetlenmiştir (Tablo3).

Tablo 3 Testin 3. sorusunun cevap kategorileri

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLARININ KATEGORİLERİ	K (%)	B (%)	F (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	Reaksiyonun oluşması için gerekli olan minimum enerjidir.	100	86	88
	TOPLAM			100	86
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	Enzimlerin aktif hale gelmesi için gerekli enerjidir.		8	2
	B2	Bir tepkimenin ulaşabileceği en yüksek enerji seviyesidir.			2
	B3	Bir tepkimedeki taneciklerin çıkabileceği en yüksek enerji seviyesidir.			2
	B4	Bir reaksiyonun başlaması için gerekli optimum enerjidir.		2	4
	B5	Sabit bir enzim çalışması için gerekli olan enerjidir.		2	
	B6	Tepkimenin hızını düzenler. Enzimler aktivasyon enerjisine etki eder.		2	
	B7	Maddenin monomerlerine ayrışması için gerekli en küçük enerjidir.			2
TOPLAM				14	12

Genel olarak tablo incelendiğinde öğrencilerin aktivasyon enerjisi kavramını bilimsel olarak kabul edilebilir şekilde anladıkları görülmektedir. Ayrıca kimya öğrencilerinin hepsinin bilimsel olarak kabul edilebilir açıklama yapmaları ve bu kavramla ilgili öğrencilerin hepsinin cevap verebilmeleri de olumlu bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Testin 1. sorusunda katalizör kavramı ile ilgili hem testteki cevaplarda hem de görüşmeler sırasındaki açıklamalarında da aktivasyon enerjisini öğrencilerin anladıkları söylenebilir.

Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar içerisinde “Enzimlerin aktif hale gelmesi için gerekli enerjidir.” şeklindeki açıklama biyoloji öğrencilerinin %8, fen bilgisi öğrencilerinin de %2’si tarafından yapılmıştır. Muhtemelen öğrenciler enzimlerin katalizör özelliği ile reaksiyonun aktivasyon enerjisini düşürmesi arasında böyle bir bağlantı kurmuş olabilir. Benzer şekilde aktivasyon enerjisini reaksiyonun başlaması için gerekli olan optimum enerji olarak söyleyen öğrenciler de aynı şekilde düşünmüş olabilir. Ancak bu ifadelerin hata şeklinde olduğu ve öğrenmeye çok önemli bir engelleme yapacağı düşünülmemektedir. Öte yandan Doğan ve diğerleri (2007) tarafından tespit edilen kavram yanlışlarına burada rastlanmamıştır.

Kimya ve biyoloji derslerinde ortak olarak kullanılan kavramlardan organik ve inorganik madde ile ilgili öğrencilerin fikirlerinin araştırıldığı 4. soruya ait cevaplar aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4 Testin 4. sorusunun cevap kategorileri

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLARININ KATEGORİLERİ	K (%)	B (%)	F (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	Yapısında C, H, O, N bulunduran organik maddedir. İnorganik madde bunları bulundurmaz.	28	24	10
	A2	Yapısında C, O atomu bulunduranlar organik, diğerleri inorganiktir.	4		
	A3	Temel bileşeni C olan maddelerdir. C dışındaki ametalleri ve diğer elementlerden oluşanlar inorganiktir.	24	5	8
	A4	Yapısında C, H, O bulunduranlar organiktir.	30	26	10
	A5	İnorganik madde canlı tarafından sentezlenmez. Organik maddeler canlılar tarafından sentezlenir.		14	47
	A6	Canlıların yapısında bulunanlar organik, bulunmayanlar inorganiktir.	2	10	7
	A7	Yapısında kesin olarak C, H bulunan; O, N, S... gibi maddeleri de içerenler organiktir.	8	5	5
	A8	Genelde enerji veren, hücre zarından geçemeyenler organiktir. Enerji vermeyen, zardan geçebilen, hücrenin dışarıdan aldığı maddeler inorganiktir.	2	2	2
		TOPLAM	98	86	89
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	Toprakta bulunan mineraller inorganik, bitkilerin sentezledikleri organiktir.		2	
	B2	Karbonhidrat, yağ, protein organik, mineral, su, vitamin inorganiktir.		10	3
		TOPLAM		12	3
C. Cevap Yok			2	2	8

Tablo incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğu organik ve inorganik madde ile ilgili bilimsel olarak kabul edilebilir açıklamalar yapmıştır. Kimya ve biyoloji öğrencilerinde en çok tespit edilen açıklama “Yapısında C, H, O bulunduranlar organiktir.” iken, fen bilgisi öğrencilerinininki “İnorganik madde canlı tarafından sentezlenmez. Organik maddeler canlılar tarafından sentezlenir.” şeklinde olmuştur. Genel olarak düşünüldüğünde kimya ve biyoloji öğrencilerinde yapısında C, H, O, N gibi atomları içerenlerin organik diğerlerinin inorganik olduğu, fen bilgisi öğrencilerinde ise canlıların üretebildiklerinin organik üretemediklerinin inorganik olduğu baskın açıklama görünmektedir.

Bilimsel olarak kabul edilemez açıklamalar kısmında ise en çok göze çarpan biyoloji öğrencilerinin %10’unda, fen bilgisi öğrencilerinin de %3’ünde tespit edilen vitaminin inorganik madde olduğu fikridir. Burada neden böyle bir açıklama çıktığı tam anlaşılamamakla birlikte hata yapıldığı düşünülmektedir. Bu nedenle, öğrencilerin organik madde kavramını oluşturabilmesi için gerekli olan bütün olguların konulması gerekmektedir. Yani, organik ve inorganik maddelerin hem içerikleri hem özellikleri hem de örnekleri üzerinde durulması gerekmektedir.

Kimya öğrencilerinin çoğunun yapısında C, H, O gibi atomlar bulunan bileşiklere organik diğerlerine inorganik dedikleri görüşmelerde de teyit edilmiştir (K42, K45). Ancak bazı öğrencilerin alternatif fikirlerinin de olduğu aşağıdaki diyaloglarda görülmüştür.

G: Karbon içeren bileşiklerin hepsi organik midir?

K48: Yapısında C bulunan maddelerin hepsi organik olmayabilir. Mesela CaCO_3 . Organik kimya derslerimiz oldu ama bunu hiç düşünmemiştim. Bu dersleri çok iyi notlarla geçtim ama pek bir şey öğrenmemişim.

G: Mesela plastik organik mi? PVC organik mi?

K48: Değil. Polimer. PVC de aynı şekilde polimerdir.

K48 kodlu öğrenci organik kimya derslerini almış olmalarına rağmen çok yetersiz olduğunu düşünmektedir. Organik bileşikleri bilmesine rağmen özelliklerini ve günlük yaşamdaki örnekleri hakkında yeterli bilgi sahibi olmadığı görülmektedir.

Canlıların üretebildikleri ve yapısında bulunan maddelere organik madde denildiğini ifade eden öğrencilerle de aşağıdaki diyaloglar yaşanmıştır.

G: Vitamin organik midir?

F57: Evet

G: İlaç gibi aldığımız C vitamini hapları var. Onları canlı mı üretiyor?

F57: O da organik ama canlı tarafından üretilmemiş oluyor. O zaman farklı bir şey var ama tam olarak bilmiyorum.

G: Organik madde nedir?

B26: Organik madde canlının yapısında olan maddedir.

G: Mesela; Ca, Fe organik mi?

B26: Öyle olmalı (tereddütlü). Canlının üretebildikleri organik madde, diğerleri inorganiktir diye hatırlıyorum.

B34: Canlının üretebildikleri organik, diğerleri inorganiktir.

G: Vitamin nedir?

B34: İnorganik

G: Portakalda C vitamini var diyorlar. Bunu nasıl yorumluyorsun?

B34: (Düşünüyor, sessizlik). O zaman farklı bir şeyler var ama başka bir şey bilmiyorum. (B42 ile de benzer diyalog var)

Görüşme yapılan F57, B26, B34 ve B42 kodlu öğrenciler canlıların üretebildikleri maddelere organik demelerine rağmen istisnai durumlar hakkında fikirleri olmadığı için tereddütler yaşamaktadır. Bu öğrenciler değişik örnekler karşısında organik ve inorganik maddelerin ne olduğunu karıştırmaktadırlar. Bu öğrencilerin kavram öğrenme ile ilgili bazı eksiklerinin olduğu söylenebilir. Çünkü kavram öğrenmede benzerlik ve farklılıklardan yola çıkılarak genelleme ve sınıflama gerekmektedir (Ülgen, 2001).

Günlük yaşamda karşılaşılan değişik maddelerin organik mi inorganik mi olduğu F60 ve F3 kodlu öğrenciler sorulmuş ve aşağıdaki gibi cevaplar alınmıştır.

G: Plastik, kâğıt, kumaş, tahta, pvc, cam, kaşık, şeker organik mi inorganik mi?

F60: Plastik organik değil. Kâğıt ve tahta organikdir. Kaşık organik. Cam, inorganik olması lazım. Pvc'yi bilmiyorum. Şeker organikti herhalde.

G: Peki bunları kategorilendirirken bir kriter kullanıyor musun?

F60: Hangilerinin organik hangilerinin inorganik olduğunu biliyorum ama neye göre ayırdığımı bilmiyorum.

G: Organik maddeye örnek verebilir misin?

F3: Eeeee... (sessizlik). Hatırlayamadım.

G: Kâğıt, Tahta

F3: Bilmiyorum

G: Pvc

F3: Olabilir. Yağ, karbonhidrat, protein organik.

G: İnorganik maddeye örnek verebilir misin?

F3: Eeee. (Sessizlik). Bilmiyorum. Aklıma gelmiyor.

G: Organik maddelerin ayırtedici özelliği nedir?

F3: Bilemiyorum.

Diyaloglarda görüldüğü gibi öğrencilerin organik madde ile ilgili kavramsal anlamalarının sağlanmadığı görülmektedir. Çok defa gördükleri ve kullandıkları maddeler hakkında değişik görüşleri tespit edilmiştir. Ancak organik ve inorganik maddelerin farklılığını ortaya koyacak kriterleri bu öğrencilerin belirleyemediği göze çarpmaktadır. Her ne kadar öğrencilerin 4. soruya verdikleri açıklamalarda sorun görünmese de, görüşmelerdeki diyaloglarda derinlemesine öğrenmenin sağlanamadığı dikkati çekmektedir. Özellikle

öğrenilenlerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesi (Chiu, 2007) ve hem kimya hem de biyoloji derslerinde öğrencilerin bu eksiklerinin giderilmesi için düzenlemeler yapılması gerekmektedir.

Kimya, biyoloji ve fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerine uygulanan testin 5. sorusunda ise öğrencilere indirgenme ve yükseltgenme kavramları sorulmuştur. Bu konuda öğrencilerin düşünceleri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5 Testin 5. sorusunun cevap kategorileri

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLARININ KATEGORİLERİ	K (%)	B (%)	F (%)	
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	Elektron alan indirgenir, veren yükseltgenir.	82	76	89	
	A2	İndirgenme metallerin elektron alması, yükseltgenme vermesidir.	6		2	
	TOPLAM			88	76	91
	B1	Elektron alırsa yükseltgenir, verirse indirgenir.	8	5	7	
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B2	Yükseltgenme H ⁺ iyonu kaybetme, indirgenme tam tersidir.		10		
	B3	Kimyasal reaksiyonda ortama H ⁺ iyonu katıldığında yükseltgenme, OH ⁻ iyonu katıldığında indirgenme olur.			2	
	B4	Bir reaksiyonda bir molekülün oksijen almasına ya da hidrojen vermesine yükseltgenme, tam tersine de indirgenme denir.		5		
	B5	Monomerlerden polimer oluşmasına indirgenme, tersi yükseltgenme.		2		
	TOPLAM			8	22	9
C. Cevap Yok			4	2		

Tablodaki bulgular genel olarak incelendiğinde öğrencilerin yükseltgenme ve indirgenme ile ilgili bilimsel olarak kabul edilebilir şekilde anlam geliştirdikleri söylenebilir. Ancak fen bilgisi öğrencilerinin doğru açıklamalarının en yüksek olması dikkat çekicidir (Fen bilgisi %91, Kimya %88, Biyoloji %76). Belki de fen bilgisi öğrenciler fizik, kimya ve biyoloji derslerinde bu kavramlarla çok karşılaştıkları için daha yüksek oranda doğru cevap vermiş olabilirler. Schmidt (1997) tarafından da belirtilen redoks kelimesindeki “oks” hecesinin oksijen alışverişini hatırlatması ile ilgili yanlış öğrenmeler çok az oranda (%5) biyoloji öğrencilerinde de tespit edilmiştir. İngilterede “redox” olarak kullanılan kelimenin Türkçede daha çok indirgenme ve yükseltgenme şeklinde kullanılması dilden kaynaklanan bazı alternatif fikirlerin oluşmasını önlemiş gibi görünmektedir.

Bazı çalışmalarda (Erdem ve diğer., 2001; Yılmaz ve diğer., 2002) “Elektron alırsa yükseltgenir, verirse indirgenir.” şeklinde belirlenen ifade kavram yanılgısı olarak öne sürülmüştür. Ancak söz konusu çalışmalarda görüşme gibi teknikler uygulanıp öğrencilerin

bu fikirleri irdelenemediği için belirtilen ifadenin kavram yanılgısı olarak söylenmesi doğaldır. Bu çalışmada ise yukarıda verilen ifadeyi kullanan öğrencilerle yapılan görüşmelerde yanlışlık yapıldığı ve ters olarak söyledikleri tespit edilmiştir. Yani bunlara düzeltilmesi için dirençli olmayan alternatif fikirler denilebilir. Bu tür hataların dilden kaynaklandığı da bilinmektedir (Bahar, 2003).

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde de indirgenme ve yükseltgenme hakkında neler düşündükleri sorulmuştur. Genellikle bilimsel olarak kabul edilebilir açıklamalar yapıldığı görülmektedir.

B42: Elektron verilince + yüklü olunur ve indirgenir, tam tersinde ise yükseltgenir (Testteki cevabı ile aynı).

F60: Elektron alırsa indirgenme, verirse yükseltgenme olur. Testte yanlış yazmışım. (G:H'e göre olabilir mi?). H alış-verişine göre olmaz.

Biyoloji öğrencilerinin %15'inde, fen bilgisi öğrencilerinin de %2'sinde Hidrojen (H) ve/veya Hidroksil (OH⁻)'e göre indirgenme ve yükseltgenmenin açıklanabileceği şekilde cevaplar gelmiştir. Öğrencilere görüşmelerde bu durum sorulduğunda yukarıda verilenler gibi reddeden ve aşağıdakiler gibi de kabul eden cevaplar gelmiştir.

K42, K45: İndirgenme ve yükseltgenme elektron alıp vermeye göredir. Ama H ile de olabilir. Mesela, H alan indirgenir, veren yükseltgenir. Beraberinde elektron da alınıp verilir.

F57: Elektron alınırsa indirgenme, verirse yükseltgenme olur. H alış-verişine göre de olur. Çünkü onun da bir elektronu vardır.

F3: Elektron alırsa yükseltgenir, verirse indirgenir. Testte yanlış söylemişim. (G: H'e göre olabilir mi?). (düşünüyor) Olmaz herhalde .

Öğrenciler gerçekte indirgenme ve yükseltgenmenin elektron alış-verişine dayandığını söylemesine rağmen, kimya derslerinde LiAlH₄ gibi bileşiklerle yapılan reaksiyonlardan hareket ederek H (Hidrojen) ile bir indirgenme olduğunu ifade ettikleri düşünülmektedir. Bu yanlış anlama asit-baz reaksiyonlarının karıştırılması ile de ilgili olabilir. Sonuç itibarıyla, indirgenme ve yükseltgenme kavramları öğrencilerin çoğunluğu tarafından doğru anlaşılacakla birlikte kayda değer bir oranda alternatif fikirlerinin olduğu ve bunların öğrenme güçlüklerine yol açtığı söylenebilir.

Sonuç ve Öneriler

Toplanan verilere göre öğrencilerin kimya ve biyoloji derslerinde ortak olarak kullanılan organik ve inorganik madde, indirgenme ve yükseltgenme kavramları ve terlemenin amacı ile ilgili farklı tanımlar/açıklamalar yaptıkları tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma grubundaki öğrencilerde de birçok kavram yanlışlarının olduğu saptanmıştır. Bunların nedenleri olarak da öğretmenler, kullanılan dil ve ders kitapları, günlük yaşamda karşılaşılan olaylar ve medya olarak söylenebilir. Bunların yanı sıra öğrencilerin bir derste öğrendiği bir kavramı başka derslere veya günlük yaşama aktarabilmede zorluklar yaşadığı göze çarpmaktadır. Bu çalışma ile biyoloji dersi için kimya derslerinde işlenen kavramların ne kadar önemli olduğu ve bilim dallarının her birisinin az ya da çok birbirleri ile ilişkili olduğu kanıtlanmıştır.

Çalışmanın sonuçları ışığında aşağıdaki öneriler yapılmıştır:

- ◆ Hem kimya hem de biyoloji derslerinde reaksiyon, reaksiyon hızı, kimyasal denge, kimyasal kinetik, termodinamik, aktivasyon enerjisi, katalizör ve enzim kavramları arasındaki ilişkiler kurularak konular işlenmelidir.
- ◆ Isı ve sıcaklık kavramları ile terleme arasında ilişki kurulabilir. Terlemenin asıl amacının ısı dengesini sağlamak olduğu daha net olarak ortaya konulmalıdır. Bitkilerde terleme-kohezyon ile suyun taşınması hem biyoloji hem de kimya hem de fizik derslerinde işlenebilir.
- ◆ Organik ve inorganik maddelerin kritik özellikleri tam olarak ortaya konulmalı ve istisnai durumlar açıklanmalıdır. Canlıda üretilenler organikdir ama, laboratuvar şartlarında üretilenler de vardır. Karbon (C) içeren bileşikler organikdir ama CaCO_3 farklıdır. Organikler yanabilir ama her yanan da organik değildir. Ayrıca çevredeki değişik organik maddeler tanıtılmalı ve bunlarla ilgili etkinlikler yapılabilir. Mesela; tahta, kâğıt, iplik, cam, pvc, plastik, kauçuk, petrol, kömür, elmas, su...
- ◆ İndirgenme ve yükseltgenme kavramlarının sadece elektron alış-verişine göre olduğu, hidrojen alış-verişinin yapıldığı her tepkimede indirgenme ve yükseltgenme olayının olmadığı daha net bir şekilde vurgulanmalıdır. Ayrıca öğrencilerin asit-baz kavramları ile eksik ve hatalı öğrenmeleri düzeltilmelidir. Öğrencilere redoks kavramı verilirken bu terimin ilk çıkış kaynağı açıklanarak indirgenmenin sadece oksijenle ilgili olmadığı açıklanmalıdır.
- ◆ Fen Bilimleri ile ilgili kitaplarının yazımında fizik, kimya ve biyoloji alanından uzmanlar yer almalıdır. Kitaplardaki bazı karakterler, semboller, şekiller ve kelimeler

olumlu bazıları da olumsuz etki yapabilir (Chiu, 2007). Bunların yanlış anlamlar oluşturmasına yol açmayacak şekilde hazırlanmasına dikkat edilmelidir.

- ◆ Öğrenilenlerin başka konularla ve günlük yaşamla ilişkilendirilmelisi çok önemlidir (Chiu, 2007). Ancak günlük yaşam ve bilimsel dil arasındaki farklılık üzerinde durulmalıdır. Bu konuda öğretmenler daha dikkatli olmalıdır.

Kaynakça

- Bağcı-Kılıç, G. (2001). Oluşturmacı Fen Öğretimi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 1, 9–22.
- Bahar, M. (2003). Biyoloji Eğitiminde Kavram Yanılgıları ve Kavram Değişim Stratejileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 3(1), 55–64.
- Bahar, M., Johnstone, A. H., & Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken S., & Geban, Ö. (2004) Kimyadaki Bazı Yaygın Yanlış Kavramalar. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 135-146.
- Chiu, M. (2007). A National Survey of Students' Conceptions of Chemistry in Taiwan. *International Journal of Science Education*, 29 (4), 421–452.
- Çakmakçı, G., & Leach, J., (2005) Turkish Secondary and Undergraduate Students' Understanding Of The Effect Of Temperature On Reaction Rates. *European Science Education Research Association (ESERA) Conference*, Barcelona, Spain.
- Çakmakçı, G., Leachb, J., & Donnelly, J. (2006). Students' Ideas about Reaction Rate and its Relationship with Concentration or Pressure. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1795–1815.
- Doğan, D., Aydoğan, N., Işıkgil, Ö., & Demirci, B. (2007). Kimya Öğretmen Adayları Ve Lise Öğrencilerinin Le-Chateiler Prensibini Kavramsal Sorularla Anlama Düzeyleri Ve Yanılgılarının Araştırılması. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7 (13), 17–32.
- Erdem, E., Yılmaz, A., & Morgil, İ. (2001). Kimya Dersinde Bazı Kavramlar Öğrenciler Tarafından Ne Kadar Anlaşıyor?. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 65-72
- Fen ve Teknoloji Programı. <http://ttkb.meb.gov.tr/> (16.10.2008).
- Kabapınar F. (2007). Öğrencilerin Kimyasal Bağ Konusundaki Kavram Yanılgılarına İlişkin Literatüre Bir Bakış I: Moleküliçi Bağlar. *Mili Eğitim Dergisi*, 176 Güz 18–35.
- Kaptan, F. (1998). *Fen Bilgisi Öğretimi*. Ankara:Anı Yayıncılık.

- Küçüközer, H., & Demirci, N. (2008). Pre-Service and In-Service Physics Teachers' Ideas about Simple Electric Circuits. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(3), 303–311.
- Özden, Y. (2003). *Öğrenme ve Öğretme (Geliştirilmiş Baskı)*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Paik, S., Cho, B., Go, & Y. (2007). Korean 4- to 11-Year-Old Student Conceptions of Heat and Temperature. *Journal Of Research In Science Teaching*, 44(2), 284–302
- Schmidt, H. J. (1997). Students' Misconceptions-Looking for a Pattern. *Science Education*, 81, 123-135.
- Sinan, O. (2007). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Enzimlerle İlgili Kavramsal Anlama Düzeyleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 1–22.
- Sinan, O. (2009). Öğretmen Adaylarının Kimya ve Biyoloji Derslerinde Kullanılan Bazı Ortak Kavramları Tanımlamalarındaki Farklılıklar. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 1–21.
- Tatar, N., & Koray, Ö.C. (2005). İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin genetik ünitesi hakkındaki kavram yanılgılarının belirlenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13, 2, 415–426.
- Tekkaya, C., Çapa, Y., & Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji Öğretmen Adaylarının Genel Biyoloji Konularındaki Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 140–147.
- Ülgen, G., (2001). *Kavram Geliştirme; Kuram ve Uygulamalar* (3. Baskı). Ankara: Pegem A Yayınevi.
- Ürek, R., Kayalı, H., & Tarhan, L. (2002). Biyoloji Ders Programı Canlıların Temel Bileşenleri Ünitesindeki Proteinler Ve Enzimler Konusunda Aktif Öğrenme Destekli Rehber Materyal Geliştirilmesi Ve Uygulanması. UFBMEK, 16–18 Eylül Ankara
- Yılmaz, A., Erdem, E., & Morgil, İ. (2002). Öğrencilerin Elektrokimya Konusundaki Kavram Yanılgılarının Farklı Madde Türleri İle Saptanması. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 234-242.