



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

Yrd. Doç. Dr. Olcay SİNAN*

*Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, 10100 Balıkesir, E-mail:
olcaysinan@yahoo.com

Makale Gönderme Tarihi: 27.11.2008

Makale Kabul Tarihi: 15.09.2009

Özet- Bu çalışmada kimya, biyoloji ve fen bilgisi öğretmen adaylarının 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 beş sorudan oluşan bir test hazırlanarak 152 öğrenciye uygulanmıştır. Bu öğrenciler içerisinde dokuz tanesi ile de yarı yapılandırılmış görüşme yapılarak daha detaylı bilgiler elde edilmiştir. Sonuç olarak biyoloji ve kimya derslerinde ortak olarak kullanılan radikal grup, difüzyon, osmotik basınç, amfoter madde, asit ve baz kavramları 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

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

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 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 radical group, diffusion, osmotic pressure, amphoteric substance, acid and base used in biology and chemistry classes. In the last section of the study, why students constructed different meanings from the same concepts used in different courses were analysed and recommendations were noted to overcome those complications.

Keyword: Prospective teacher, misconceptions, science education, language

Giriş

Kavramlar bilginin yapıtaşlarıdır. Etkili öğrenme için kavramların öğrenci zihninde doğru olarak yapılandırılması gerekmektedir (Tatar, 2005). Kavramlar soyut düşünce birimleridir ve gerçek dünyada değil, düşüncelerde vardır. İnsanlar kavramlar sayesinde birbirleri ile iletişim kurar ve anlaşılır. Bu durumda kavramların doğru bir şekilde oluşturulması ve kazanılması son derece önemlidir.

Yeni hazırlanan Fen ve Teknoloji öğretim programının vizyonu bütün öğrencilerin fen ve teknoloji okuryazarı olarak yetişmesini sağlamaktır (MEB-FTT Programı, 16.10.2008 s.5). Bunu sağlamak amacıyla, fen ve teknoloji okuryazarının temel fen kavram, ilke, yasa ve kuramlarını anlayarak uygun bir şekilde kullanması gerektiği aynı programda vurgulanmaktadır.

Fen bilimlerindeki birçok kavram fizik, kimya ve biyoloji gibi derslerde ortak olarak kullanılmaktadır. Mesela; fizik derslerinde anlatılan atom ile kimya ve biyoloji derslerinde bahsedilen atom aynıdır. Hepsinde de bahsedilen atom aynı özellikleri ile bilinmeli ve o şekilde kullanılmalıdır. Benzer durumda kimya derslerindeki bağ ile biyoloji derslerindeki enzimatik reaksiyonlarda bahsedilen bağ birbirinin aynıdır. Fizik derslerinde bahsedilen ışık ile fotosentezde anlatılan ışık aynıdır. Örnekler daha da çoğaltılabilir. Bu dersler arasındaki ilişkileri doğru kurabilmek için, bu kavramların doğru şekilde anlaşılıp başka ortamlara aynı anlamıyla aktarılması gerekmektedir.

Bilginin çok hızlı bir şekilde artması ve değişmesi beraberinde bilim adamlarının farklı dallarda uzmanlaşmasını getirmiştir. Her bilim dalının da kendi alt dalları oluşmuştur. Bilimi daha iyi anlayabilmek amacıyla yapılan alt bilim dallarına ayırma işlemi yapaydır. Gerçekte durum böyle değildir. Bu ayırma asla farklı anlamlar oluşturulmasına, en azından zıtlıklar oluşturulmasına, yol açmamalıdır.

Yapılandırmacı öğrenme, önceki bilgilerin üzerine sonrakilerin kurulduğunu ısrarlı bir şekilde vurgular (Bağcı Kılıç, 2001). Bu vurgu kavramlar arasında ilişkilerin kurulmasına, anlamlı öğrenmenin sağlanmasına yani, kavramsal anlamın sağlanmasına dikkati çekmektedir. O halde konular ve kavramlar arasındaki ilişkiler doğru ve sıkı bir şekilde kurulduğunda ezberin ötesinde bir öğrenme gerçekleşebilir (Özden, 2003). Eğer eğitim sistemimizde bunu yerleştirebilirsek, gelecek nesilleri çağdaş dünyanın beklentilerine cevap verecek şekilde yetiştirme adına önemli bir adım atmış oluruz.

Fen eğitimi ile ilgili yapılan birçok araştırmada öğrencilerin aynı kavramlarla ilgili farklı fikirler geliştirdikleri ortaya konulmuştur. Kavram yanılgısı olarak da ifade edilen bu

fikirlerin öğretmen, öğrenci, ders kitabı, kullanılan dil gibi birçok nedenden oluştuğu ve bunların değişime dirençli oldukları birçok çalışmada bildirilmektedir (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.

Ürek ve arkadaşları (2002) tarafından yapılan çalışmada proteinler ve enzimler konusunda rehber materyal geliştirilmesi ile ilgili yapılan çalışmada bu konunun öğrenilmesi ve öğretilmesindeki zorluklara dikkat çekilerek ders kitaplarında önemli hataların olduğu ve bunların giderilmesi gerektiği, aktif öğrenmeye yönelik uygulamaların yapılması gerektiği belirtilmiştir. Aminoasit tanımlamasında kullanılan merkez karbon atomu kavramı yerine temel bir karbon atomu ve aynı karbon atomu; değişken R grubunun ise radikal grup olarak tanımlandığı ders kitaplarının bulunduğu bahsedilmiştir. Ders kitaplarında benzer birçok hatalı tanımlamaların yapıldığı ve bunların kavramların anlaşılmasını zorlaştırdıkları ve karmaşaya neden oldukları belirtilmiştir.

Tekkaya ve arkadaşları (2000) tarafından yapılan çalışmada biyoloji öğretmen adaylarının kavram yanılgıları araştırılmıştır. Bu öğrencilerin genel biyoloji dersi kapsamında birçok konuda kavram yanılgılarının olduğu tespit edilmiştir. Bitki biyolojisi, ekoloji, sindirim sistemi, solunum, boşaltım, enzim, difüzyon ve osmoz, hücre bölünmesi ve sınıflandırma ile ilgili konularda öğrencilerin birçok kavram yanılgısına sahip oldukları rapor edilmiştir. Öneri olarak da öğretmen adaylarının fen eğitimi alanındaki kavram yanılgıları ile ilgili yapılan araştırma sonuçlarından haberdar edilmeleri gerektiği söylenmiştir.

Lazarowitz (1992), hem öğretmenlerin öğretilmelerine, hem de öğrencilerin öğrenmelerine dayalı olarak lise öğrencilerinin birçok biyoloji konusunu anlamada zorluklar çektiklerini belirtmiştir. Bu konuların içerisinde; protein sentezi, enzimin yapısı ve fonksiyonu, osmoz, solunum, fotosentez, mitoz ve mayoz bölünme olduğunu belirtmiştir.

Benzer bir çalışmada Bahar ve arkadaşları (1999) üniversite öğrencilerin öğrenmede zorluk çektikleri biyoloji konularını araştırmıştır. Difüzyon, osmoz, fotosentez, DNA ve RNA, mitoz ve mayoz, enzimler, besin ve enerji zinciri, genetik çaprazlamalar gibi konularda öğrencilerin öğrenmelerinde zorluklar yaşandığı çalışmada derecelendirerek sıralanmıştır. Bu zorlukların nedeni olarak da ders kitapları, kullanılan dil ve öğrenme ortamı olabileceği öne sürülmüştür (Bahar, 2003).

Odom ve Kelley (2001), lise öğrencilerinin difüzyon ve osmoz konularında öğrenme güçlükleri çektiklerini belirterek özellikle çözücü, çözünürlük, derişim ve yoğunluk **NEF-EFMED Cilt 3, Sayı 2, Aralık 2009**

kavramlarında zorlama yaşandığını ifade etmiştir. Bu güçlükleri aşmak için de kavram haritalarının ve öğrenme döngüsünün kullanılmasının etkili olduğunu tespit edilmiştir.

Laçın Şimşek ve Tezcan (2008) çocukların fen kavramlarının gelişimini incelediği çalışmada çocukların deneyimlerinin, zihinsel gelişim düzeylerinin, kavramın soyutluk derecesinin, kullanılan günlük dilin, ders kitaplarının, öğretmen yeterliliklerinin vs. önemli etkenler olduğunu belirtmiştir. Aynı araştırmacılar Fen derslerinin amacına ulaşması için çocukların bu düşüncelerinin bilimsel bir nitelik alması gerektiğini söyleyerek öğretmenlere çok büyük iş düştüğünü ileri sürmüştür.

Kabapınar (2007) kimyasal bağlarla ilgili yaptığı çalışmada ilköğretimden lisans düzeyine kadar öğrencilerde kavram yanlışlarının bulunduğunu ve bunların değişik nedenlerinin olduğunu belirtmiştir. Bu nedenlerden birisinin öğretmenlerin kimyasal bağlarla ilgili farklı tanımlar yapması olarak ifade etmiştir. Sınıf içinde dikkatsiz bir şekilde kullanılan dilin de önemli bir faktör olduğunu belirten araştırmacı, öğretmene açık ve anlaşılır gelen ifadelerin, bazen bu dili yeni öğrenmekte olan öğrenciyi ikileme düşürebileceğini öne sürmüştür.

Besson (2004) sıvılarla ilgili farklı tipteki açıklamalar arasında bağlantıların okullarda nadiren kurulmasının öğrencilerde karışıklık meydana getirdiğini ileri sürmektedir. Öğrencilerin kavramları tam olarak anlamlandıramadığını ve böylece öğrenciler farklı açıklamalardan hangisini uygun görürlerse kullanacaklarına inandıklarını belirtmiştir.

Chui (2007) fen öğretim kalitesinin artırılması için fen eğitimcilerine, öğretmenlere, programcılara ve kitap yayıncılarına öğrencilerin kimya kavramları ile ilgili bulgular sağlanması gerektiğini öne sürmüştür. Bu eğitim öğeleri de belirli bir aşamada öğretimin nasıl yapılacağına karar vermelidirler. Özellikle öğretmenlerin bu süreçte önemli rollerinin olduğunu belirterek öğretmenlerin yaklaşımlarını değiştirmeleri, pedagojik içerik bilgilerini geliştirmeye çalışmaları gerektiğini belirtmektedir. Öğretmenlerden, günlük kullanılan dilden, kitaplardaki bazı simgelerden ve medyadan öğrencilerde kavram yanlışlarının meydana gelebildiğini ileri sürmüştür. Chui (2007) aynı kelimenin değişik alanlarda farklı anlamlarda kullanılmasından dolayı bazı zorlukların da meydana geldiğini Herron'dan (1996, s. 165) aktarmaktadır.

Öğretmenlerin konu alanı bilgisinin öğrenme ve öğretme için çok önemli olduğunu belirten Çakmakçı ve arkadaşları (2006) kimya kavramlarını öğrencilerin öğrenmesine yardım etmeleri için öğretmen adaylarının bu kavramları bilimsel olarak anladığından emin olmamız gerektiğini rapor etmektedir. Aynı araştırmacılar, bir ortamda kullanılan kabul edilebilir

kavramın başka bir ortamda yanlış bir şekilde kullanılabildiğinden bahsederek kavramsal anlamının önemine işaret etmektedir.

Canpolat ve arkadaşları (2004) fen kavramlarının öğretiminde, gündelik hayattaki dilin kullanımının, öğrencilerde yanlış kavramalara neden olabileceği çeşitli araştırmalarla ortaya konulduğunu belirterek öğretmen tarafından öğretim sürecinde, mümkün olduğu kadar kavramların anlamını tam ve doğru olarak tanımlayan sözcükler ve ifadeler kullanılması gerektiğini önermiştir. Bir kavrama ait tanımların, farklı disiplinlerde farklı anlamlarda kullanılmasının da öğrencilerde yanlış kavramalara neden olduğunu aktararak, bu tür kavramlara ait tanımlar arasındaki farklılıklara dikkat edilmesi gerektiğini bildirmiştir.

Johnstone ve Selepeng (2001) bilimsel bir ortamda ortak olarak kullanılan dilin yanlış anlamalara neden olabildiğini belirtmiştir. Yapılan araştırmada dil etkisi, bazı fen bilimleri kavramlarının anlaşılmasında ve yanlış anlaşılmasındaki en önemli sebeplerden birisi olarak ileri sürülmüştür. Araştırmacılar, öğretmen ve öğrenciler tarafından paylaşılan bir anlam olduğunu ve öğretmenlerin bu anlamı kontrol etmede dikkatli olmaları gerektiğini söylemiştir. Paylaşılan anlama ulaşmada öğrencilerin kendilerine ait kelimeleri kullanarak açıklama yapmalarının desteklenmesi gerektiği aynı araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır. Johnstone ve Selepeng (2001) ikinci dilde eğitim gören öğrencilerin yanlış anlamlar oluşturmalarında daha ciddi problem olduğunu ileri sürerek dikkatsiz kullanılan dilin fen bilimleri konularının öğrenilmesinde çok önemli zorluklara yol açtığını ifade etmiştir.

Çalışmanın Önemi

Şimdiye kadar yapılan birçok çalışmada öğrencilerin kavram yanılgıları ve nedenleri araştırılmıştır. Literatür taramasında da verildiği gibi fizik, kimya ve biyoloji derslerinde ortak olarak kullanılan kavramın farklı şekillerde tanımlanması ve anlaşılması ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan bu çalışma ile böyle bir sorunun ilk defa ele alındığı söylenebilir.

Ayrıca çalışma grubunun öğretmen adaylarından (çalışmanın bazı yerlerinde lisans öğrencileri olarak kullanılmıştır) oluşması da çalışmanın önemini biraz daha artırmaktadır. Şimdiye kadar öğretmen adaylarının öğrenme güçlükleri ve kavram yanılgıları üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda öğretmen adaylarında da birçok kavram yanılgılarının olduğu ve bunların eğitim sisteminin sağlıklı işleyişine zarar verdiği rapor edilmiştir (Sinan ve ark., 2007; Küçüközer ve Demirci, 2008). Bu sebeple fen bilgisi, biyoloji ve kimya öğretmen

adaylarının aynı kavramı farklı şekillerde tanımlayıp tanımlamadığının tespit edilmesi ve bunların nedenlerinin araştırılması gerekli olduğu düşünülmektedir.

Çalışmanın Amacı

Fizik, kimya ve biyoloji derslerinde ortak olarak kullanılan kavramların belirlenip öğretmen adaylarınca ne derece doğru biçimde tanımlanıp yorumlandığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu temel amaç çerçevesinde aşağıdaki araştırma sorularına da cevap 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. Öğretmen adaylarının kavramlara farklı anlamlar yüklemesi ne türlü sorunlara yol açmaktadır?

Yöntem

Çalışma Grubu

Çalışma grubuna Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi 2007–2008 eğitim-öğretim yılında öğrenim gören Kimya (50, 4. sınıf), Biyoloji (42, 4.sınıf) ve Fen Bilgisi (60, 4.sınıf) öğretmenliğinden toplam 152 öğrenci dâhil olmuştur. Ayrıca bu öğrencilerden seçilen toplam 9 tanesi (Kimya 3, Biyoloji 3, Fen Bilgisi 3) ile de yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşme yapılan öğrencilerin seçiminde test sorularına öğrencilerin verdikleri cevaplar göz önünde bulundurulmuştur.

Veri Toplama Araçları

Öncelikle denemeler yapılarak bir test geliştirilmiştir. Denemelerde öğrencilerin fizik, kimya ve biyoloji derslerinde ortak olarak kullandıkları kavramlar hakkında düşünceleri alınmıştır. Analizler sonucu daha çok kimya ve biyoloji derslerinde ortak olarak kullanılan kavramlarla ilgili bilimsel olarak kabul edilmeyen bazı anlamaların oluştuğu tespit edilmiştir. Bu nedenle araştırmada kullanılan testte fizikle ilgili olan kavramları içeren sorular konulmamıştır. 5 sorudan oluşan test kimya, biyoloji ve fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Ayrıca test hazırlanırken ilgili öğretim elemanlarının da yardımlarına başvurulmuştur. Çalışma grubunda belirtildiği üzere toplam 9 öğrenci ile de yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

Verilerin Analizi

Öğrencilerin test sorularına verdikleri yanıtlar teker teker incelenerek analiz edilmiştir. Öğrencilerin cevapları bilimsel olarak kabul edilebilir ve edilemez kategorilerine ayrılmıştır. Her kategorideki cevaplar (A, B, C) da benzer özelliklerine göre alt kategorilerde (A1, B1) toplanarak yüzde frekansları verilmiştir (Bkz örnek tablo 1).

Öğrencilerin test sorularına verdikleri cevapları teyit etmek ve daha ayrıntılı bilgi almak amacıyla yapılan görüşmelerdeki açıklamalara da bulgular kısmında yer verilmiştir. Öğrencilere K3 (Kimya 3 nolu öğrenci), B7 (Biyoloji 7 nolu öğrenci), F40 (Fen bilgisi 40 nolu öğrenci) gibi kodlar verilerek ilgili kavrama yönelik görüşleri yansıtılmıştır.

Bulgular ve Yorumlar

Çalışmanın bu bölümünde öğrencilerin test sorularına verdikleri cevaplar ile görüşmelerden elde edilen bulgular sunularak tartışmaya açılmıştır.

Çalışma grubuna “Osmotik basıncı tanımlayarak açıklayınız.” şeklinde verilen araştırmanın 1. sorusuna kimya, biyoloji ve fen bilgisi lisan öğrencilerinin verdikleri cevaplar aşağıdaki tabloda sunulmuştur (Tablo1).

Tablo 1 Testin 1. sorusunun cevap kategorileri

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLARININ KATEGORİLERİ	K (%)	B (%)	F (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	Hücrenin su alma isteğidir.	2	52	38
	A2	Çözünmüş maddeler çöksa osmotik basınç yüksektir.	2		17
	A3	Su moleküllerinin hücreye dıştan yaptığı basınçtır.	10	10	3
		TOPLAM	14	62	58
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	Derişimin çok olduğu kısımdan az olduğu kısma yapılan basınçtır.	16	2	
	B2	Hücre içindeki suyun hücre zarına yaptığı basınçtır.	50	12	23
	B3	Hücre içinde çözünmüş maddelerin zara yaptığı basınçtır.	6	17	7
	B4	Suyun yoğun olduğu ortamdaki az yoğun olduğu ortama geçişidir.		7	2
	B5	Maddenin az olduğu ortamdaki çok olduğu ortama enerji harcayarak geçmesi olayıdır.	2		10
	TOPLAM	74	38	42	
C. Cevap Yok			12		

K: Kimya; B: Biyoloji; F: Fen Bilgisi

Yukarıda verilen tablo incelendiğinde biyoloji ve fen bilgisi öğrencilerinin birbirlerine benzer, kimyadakilerin ise çok farklı cevaplar verdikleri görülmektedir. Biyoloji ve fen bilgisi

öğrencilerinin çoğu osmotik basıncı *hücrenin su alma isteği*, kimya öğrencilerinin çoğu da *hücrenin içindeki suyun zara yaptığı basınç* olarak tanımlamıştır. Kimya öğrencilerinin bilimsel olarak kabul edilemez cevaplarının oldukça yüksek olduğu (%74) dikkat çekmektedir.

Difüzyon ve osmoz konusu hem biyoloji hem de kimya derslerinde işlenmektedir. Dolayısıyla fen bilgisi öğrencileri de her iki derste bu kavramlarla karşılaşmaktadır. Ancak hücre zarındaki madde taşınmaları konusunda bu kavramlar daha fazla bahsedildiği için kimya öğrencilerinin bu konudaki bilimsel olarak kabul edilemez görüşlerinin daha çok olduğu düşünülebilir. Kimya öğrencileri osmotik basıncın daha çok osmozla ilişkisini kurarak hücre içindeki suyun zara yaptığı basınç olarak söylemiş olabilir.

Sadece kimya öğrencileri değil aynı zamanda biyoloji ve fen bilgisi öğrencileri de osmotik basınçla ilgili bilimsel olarak kabul edilemez açıklamalar yapmıştır. Biyoloji öğrencilerinin %12'si, fen bilgisi öğrencilerinin de %23'ü osmotik basıncı turgor basıncı ile karıştırarak, hücre içindeki suyun zara yaptığı basınca osmotik basınç demiştir. Ayrıca hücre içinde çözülmüş maddelerin zara yaptığı basınca osmotik basınç diyen öğrencilerin sayısı hiç de az değildir (Kimya %6, Biyoloji %17, Fen Bilgisi %7). Öte yandan fen bilgisi öğrencilerinin %10'u, kimyacıların da %2'si aktif taşıma, osmoz ve osmotik basınç kavramlarını karıştırmışlardır.

Sonuç olarak kimya öğrencilerinde çok fazla olmakla birlikte biyoloji ve fen bilgisi öğrencilerinde de osmotik basınç kavramı tam anlaşılmamıştır. Bunların nedeni her iki branştaki derslerde bu konuların birbirleri ile ilişkilendirilmemesi olabilir. Teorik olarak verilen bu konuların pratikte nerelerde karşılaşılabileceği ve mekanizmalarından bahsedilmemiş olabilir. Bu nedenle kavramsal anlama sağlanamadığı düşünülebilir.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde osmotik basıncın kaynağı, turgor basıncı ile ilişkisi ve bunların ne işe yaradığı sorulmuş ve aşağıdaki açıklamalar alınmıştır.

B26: Osmotik basıncın kaynağı yoğunluk farkıdır. Su yüksek yoğunluktan düşük yoğunluğa doğru geçiş yapmak ister. Bu şekilde iki taraf arasındaki fark kapatılır.

B34: Çözülmüş madde çoksa osmotik basınç yüksek olur. Su çok yoğun ortama doğru gider. Çünkü o tarafta su azdır. (**B42** kodlu öğrenci de aynı görüştedir.)

F57: Derişimin yüksek olduğu tarafta osmotik basınç yüksek olur. Bu basınçla yoğunluklar eşitlenmeye çalışılır. Su osmotik basıncın yüksek olduğu tarafa geçer.

B26, B34, B42 ve F57 kodlu öğrenciler osmotik basıncın kaynağını çözünmüş madde olarak söyleyerek her iki tarafın derişimini eşitlemeye çalıştığını ifade etmişlerdir. Ancak testin 4. sorusunda yoğunluk ve derişim kavramlarını doğru tanımlamalarına rağmen kullanımlarında birbirlerinin yerine hata yaparak kullanmaktadır.

F3: Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama madde geçişi olurken zara uygulanan basınca osmotik basınç denir. (G: Osmotik basıncın kaynağı nedir?). Bilmiyorum.

K45: Osmotik basınç ve turgor basıncını lise derslerinde görmüştük. Ama biyokimya derslerinde de gördüğümüzü hatırlıyorum. Osmotik basınç ile turgor basıncı ters işler. Hücre içindeki suyun zara yaptığı basınç turgor basıncı, çözünmüş maddenin yaptığı basınç da osmotik basınçtır. Ama tam emin değilim (sessizlik).

F60: Osmotik basınç hücre içerisindeki suyun çepere yaptığı basınçtır. Turgor basıncı da çözünmüş maddelerin yaptığı basınçtır. Birbirleri ile ters çalışırlar ama şimdi tam olarak hatırlamıyorum.

K42: Osmotik basınç ağaçlarda suyun yapraklara kadar taşınmasını sağlar. Bu konuyu biyokimya derslerinde gördük ama hatırladıklarım lisedeki biyoloji derslerinden kaldı.

K48: Kimya derslerinde pek gördüğümüzü hatırlamıyorum. Ama zannedersen biyokimya dersinde bahsedilmişti. Kökten yapraklara suyun taşınmasını sağladığını hatırlıyorum ama emin değilim. Başka bir şey bilmiyorum.

Yukarıda diyalogları verilen öğrencilerden F3 kodlu olan öğrencide osmotik basıncın ne olduğunu bilmesine rağmen, osmotik basıncın suyla ilişkisi ve kaynağı hakkında bilgi sahibi olmadığı tespit edilmiştir. Diğer öğrenciler ise osmotik basınç ile turgor basıncı arasındaki ilişkiyi lise derslerinde hatırlamaktadır. Kimya derslerinde bu konular sadece teorik olarak işlenip uygulama alanlarından bahsedilmemiş görünüyor. Hem biyoloji hem de kimya derslerinde bu kavramlar birbirleri ile ilişkili olarak açıklanmalıdır.

Yapılandırmacı öğrenmeye göre ön bilgi çok önemli bir faktördür (Bağcı-Kılıç, 2001). Biyolojideki kavramların anlaşılması için kimya dersleri çok önemlidir. Bu nedenle kimya derslerinde difüzyon, osmoz, osmotik basınç gibi kavramların daha iyi öğrenilmesi ve biyoloji derslerinde nerelerde kullanılacağından bahsedilmesi gerekmektedir. Bilim adamları tarafından suni olarak yapılan bilimin alt dallara ayrılması, çevremizde olup bitenleri anlamada, zorluk yerine, destekleyici olmalıdır. Farklı pencerelerden bakılsa bile bilimsel olarak kabul edilebilir anlamlar oluşturulmalıdır.

Amfoter madde kavramının ne olduğu ile ilgili öğrencilerin fikirlerinin araştırıldığı testin 2. sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar analiz edilerek yüzde frekansları belirlenmiş ve tablo haline getirilmiştir (Tablo 2). Öğrencilerin açıklamaları bilimsel olarak en doğru olandan olmayana doğru sıralanmıştır.

Tablo 2 Testin 2. sorusunun cevap kategorileri

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLARININ KATEGORİLERİ	K (%)	B (%)	F (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	Asitlere karşı baz bazlara karşı asit gibi davranan maddedir.	52	36	41
	A2	Hem asitlerle hem de bazlarla tepkimeye giren maddelerdir.	20	21	50
	A3	Hem asit hem baz özelliği vardır.	14		
	TOPLAM		86	57	91
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	Asitlere karşı asit, bazlara karşı baz özelliği gösteren maddedir			3
	B2	Asitlerle tepkime oluşturmeyen maddedir.			2
	B3	Suda çözünmeyen maddelerdir.		2	
	B4	Hem metallerle hem de ametallerle reaksiyona giren maddedir	4	10	2
	B5	Hem metal hem de ametal özellik gösteren maddedir.	8		
TOPLAM		12	12	7	
C. Cevap Yok			2	31	2

Tablo 2 genel olarak incelendiğinde öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilemez cevaplarının çok düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Ancak biyoloji öğretmen adaylarından bu soruya cevap vermeyenlerin oranının yüksek olması (%31) dikkat çekmektedir.

Kimya öğrencilerinin bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarının çok olmasına rağmen %12'sinin *hem metal hem de ametal özelliği gösterenler için amfoter madde* denildiğini söylemeleri ilginç bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Bu öğrenciler amfoter oksit kavramı ile bir karışıklık yaşamış olabilirler. Biyoloji öğrencilerinin de %10'unun da benzer şekilde açıklama yapmalarının nedeni tam olarak anlaşılmamaktadır.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde ise şu diyaloglar yaşanmıştır.

K45: Hem asit hem de baz özelliği gösteren maddedir. Ne işe yaradığını bilmiyorum.

(**G:** Hem metal hem de ametal özellik gösteren madde denilebilir mi?). Amfoter madde hem metal hem de ametal özelliği gösteren madde değildir.

F57: Mesela su amfoterdir. H^+ ve OH^- iyonları ile hem asit hem de baz gibi davranır. Bu şekilde bütün asit ve baz tepkimelerinde kullanılabilir.

F60: Amfoter maddeye örnek aklıma gelmiyor. (**G:** Aminoasit olabilir mi?). Olmaz her halde. (**G:** İnsan vücudunda amfoter madde var mıdır?). Olması lazım ama ne işe yaradıklarını bilmiyorum.

F3: Eğer su amfoter olmasaydı sadece asidik olsaydı içimizi yakabilirdi. Aminoasit de amfoterdir. Bu özelliği sayesinde hem asitlerle hem de bazlarla bağ yapabilir. Çok sayıda aminoasit birleşerek değişik proteinler meydana gelir.

B34, B42: Amfoteri duydum ama ne olduğunu bilmiyorum.

Yukarıdaki diyaloglarda K45 ve F57 kodlu öğrencilerin amfoter madde ile ilgili tanımsal anlamda bilimsel olarak kabul edilebilir fikirlerinin olduğu söylenebilir. Daha fazla bilgi istendiğinde başka bir şey akıllarına gelmediğini söylemektedirler. F60 kodlu öğrenci de verilen ipuçlarına rağmen amfoter maddeye örnek veremeyip ne işe yaradığı hakkında da bilgi sahibi olmadığını ifade etmektedir. F3 kodlu öğrenci de testte verdiği cevabı teyit ederek suyun amfoter olduğunu açıklamıştır. Bu öğrencinin “*Eğer su amfoter olmasaydı sadece asidik olsaydı içimizi yakabilirdi.*” şeklindeki açıklaması ise kimya ve biyoloji kavramlarının birbirleri ile ne kadar ilişkili olduğunu gösteren bir bulgu olarak ele alınabilir. Öte yandan B34 ve B42 kodlu öğrenciler ise amfoter maddeyi duydıklarını ama ne olduğunu bilmedikleri belirtmişlerdir.

K42: Hem asit hem de baz özelliği gösteren maddelere amfoter denir. Ama hem metal hem de ametal özelliği gösteren maddelere de denilebilir. Mesela; kalay (Sn) teorik olarak +4 değerlik alması gerekir. Ama SnCl_2 bileşiğinde +2 değerlik alıyor. Fiziksel olarak metal olmasına rağmen, kimyasal olarak ametal özellik gösteriyor. Bu şekilde davrananlar için de amfoter denilebilir ama tam olarak emin değilim.

K48: Mesela, alüminyum amfoterdir. Hem asitler hem de bazla tepkime verir. Joker gibidir. İki türlü de davranabilir. (**G:** İnsanda amfoter madde var mıdır?). İnsanın midesinde amfoter maddeler bulunabilir. Bu sayede sindirimde kolaylık yaşanır.

Bazı öğrencilerin hem metal hem de ametal özellik gösterenlere amfoter madde demelerinin nedeni K42 ve K48 numaralı öğrencilere sorulmuştur. K42 numaralı öğrenci değişik değerlikler alması ile amfoterlik arasında bir ilişki kurmuştur. K48 numaralı öğrenci de alüminyumun hem asitlerle hem de bazlarla tepkime verdiği için joker gibi kullanıldığından bahsetmiştir. Ayrıca midedeki amfoter maddeler sayesinde sindirimin daha kolay olacağını iddia etmiştir. Muhtemelen bu öğrenciler amfoter oksit kavramı ile bir karışıklık yaşamışlardır. Bu nedenle öğrenciler hem metal hem de ametal özellik gösteren

maddeler için amfoter denildiğini düşünmüş olabilirler. Bunların yanı sıra aynı öğrencilerin amfoter maddelerin ne işe yaradığı ile ilgili bir bilgileri yoktur. Belki de bu yüzden öğrencilerdeki kavram yanlışları daha da fazlaşmış olabilir. Öğrencilerin amfoter kavramı ile ilgili bilimsel olarak kabul edilemez açıklamaları ve bunların nedenleri Canpolat ve arkadaşları (2004) tarafından yapılan çalışmadaki sonuçlara benzemektedir.

Kimya ve biyoloji derslerinde karşılaşılan radikal grup kavramı ile ilgili öğrencilerin fikirlerinin sorgulandığı 3. soruya ilişkin cevaplar aşağıdaki tabloda kategorilendirilerek verilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3 Testin 3. sorusunun cevap kategorileri

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLARININ KATEGORİLERİ	K (%)	B (%)	F (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	Üzerinde ortaklaşmamış elektronu olan, reaksiyona girme eğilimi çok yüksek olan maddedir.	14	2	
	A2	Üzerinde çiftleşmemiş elektron bulunan gruptur.	22	2	
	A3	Kimyasal reaksiyonda kararsız olan gruptur.	4		
	A4	Homolitik bağ ayrışması sonucu oluşan maddedir.	8		
	A5	Tepkime sonunda yan ürün olarak çıkan toksin özellikleri olan maddedir. Antioksidanla toksin özelliği giderilmeye çalışılır.	2		
		TOPLAM	50	4	-
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	Mesela CH ₃ , X. grubu	14		2
	B2	Aminoasitlerde bulunan bir gruptur.	6	5	
	B3	Aminoasitlerde farklılığı sağlayan gruptur.	4	58	27
	B4	Değişken gruptur.	6	14	61
	B5	Organik kimyada bir bileşiğin yapısına bağlı gruplara denir. R olarak gösterilir.	8		
	B6	Organik moleküllerde formülü aynı olan, yan moleküllerin bağlandığı değişmez gruptur.		2	
	B7	Canlı için zararlı maddelerdir. Başka maddelere çevrilmelidir. Mesela H ₂ O ₂		5	
	TOPLAM	38	84	90	
C. Cevap Yok			12	12	10

Tablo 3 incelendiğinde kimya öğrencilerin yarısı, biyoloji öğrencilerinin %4'ü bilimsel olarak kabul edilebilir cevap vermiştir. Kimya öğrencilerinin en çok yaptığı açıklama “Üzerinde çiftleşmemiş elektron bulunan gruptur.” (%22) iken, biyoloji öğrencilerinin “Aminoasitlerde farklılığı sağlayan gruptur.” (%58) Fen Bilgisi öğrencilerinin ise “Değişken gruptur.” (%27) şeklinde olmuştur. Yani kimya öğrencileri radikal grubu üzerinde çiftleşmemiş elektronu bulunan grup, biyoloji ve fen bilgisi öğrencileri de aminoasit gibi moleküllerin farklılığını sağlayan grup olarak bilmektedir. Aynı kavramın farklı branşlarda ne derece farklı anlamlarda kullanıldığına güzel bir örnek olarak radikal grup gösterilebilir.

Araştırmada tespit edilen en çok farklı açıklamaların yapıldığı kavramın radikal grup olduğunu söyleyebiliriz.

Kimya öğrencilerinin yarısı bilimsel olarak kabul edilebilir açıklama yapmasına rağmen %14'ü *CH₃ gibi gruplara radikal grup* denildiğinden, %10'u da *aminoasitlerde bulunan R grubu* ile karıştırmıştır. Biyoloji ve fen bilgisi öğrencilerinde olduğu gibi bu kimya öğrencilerinde de liseden kalan fikirlerinin hala etkili olduğu söylenebilir. Muhtemelen lisedeki biyoloji derslerinde aminoasitlerdeki R grubu ile radikal grup ilişkilendirilerek bu şekilde söylenegelmiştir. Lise ve ÖSS hazırlık kitaplarında bu yanlışlığın devam etmesi de aynı sorunun oluşmasına neden olmuş olabilir (Ürek ve ark., 2002). Bu durum, öğretmenler tarafından da yeterince önemsenmediği veya farkında olunmadığı için de düzeltilmemiş olabilir.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde de testteki açıklamalara paralel cevaplar alınmıştır. Radikal grup hakkında öğrencilerin düşünceleri sorulduğunda şu cevaplar kaydedilmiştir:

K42: Radikal grup, organik reaksiyon sonucu oluşan ve vücutta biriken toksin maddelerdir. Antioksidan yiyecekler ile bunların zararlı etkisi önlenmeye çalışılır. Eğer vücutta birikirse kalıcı rahatsızlıklar meydana gelebilir. Aminoasitlerdeki R grubuna radikal grup denildiğini liseden hatırlıyorum ama lisansta böyle bir şey öğrenmedim.

K45: Radikal grup kansere neden olur. Biyokimyada yağ asitlerinin ısıtıldığında oluştuğunu biliyorum. Serbest elektronu vardır ve bu sayede kolayca reaksiyona girer.

Görüşme yapılan K42 ve K45 kodlu öğrenciler kimyacılar tarafından yapılan ve bilimsel olarak kabul edilen anlamında radikal grubun ne olduğunu açıklamıştır. Reaksiyona girme yeteneği yüksek olan gruplara radikal grup denildiği ve bunların zararlarını önlemek için antioksidan maddeler kullanıldığı ifade edilmiştir. Böyle bir açıklama ne biyoloji ne de fen bilgisi öğrencileri tarafından yapılmıştır.

B34: Radikal grup, değişken gruptur. Bu grupların bağlanma istekleri değişik olunca reaksiyona girme yeteneğini değiştiriyor. Mesela değişken grup fosfat olabilir, kükürt olabilir. İkisinin reaksiyona girme yeteneği farklı olur.

K48: Mesela R-OH'daki R, radikal gruptur.

B42: Aminoasidin C atomu ile bağ yapan R ile gösterilen değişken grup radikal gruptur.
(F57, F60, F3)

B26: Biyokimya derslerinde geçiyordu ama şu an ne olduğunu tam olarak hatırlamıyorum (Testte değişken grup olarak tanımlamış).

Çalışma grubundaki B34 kodlu biyoloji öğrencisi ise radikal grubun reaksiyona girme yeteneği ile ilgili açıklama yapmasına rağmen, bunu değişken grubun sağladığını söyleyerek farklı bir açıklama yapmıştır. Radikal grupta değişiklik olunca reaksiyona girme yeteneğinin değiştiğini belirtmesi bilimsel olarak kabul edilebilir bir açıklama olarak düşünülmemektedir. Görüşme yapılan diğer öğrenciler ise radikal grubun değişken grup olduğunda ısrar etmektedir.

Bu sorudan elde edilen veriler ışığında kimya öğrencileri ile biyoloji ve fen bilgisi öğrencilerinin radikal gruptan anladıklarının çok farklı olduğu rahatlıkla söylenebilir. Bu farklılığın önemli bir öğrenme engeli oluşturmayacağını söylemek çok zordur. Çünkü özellikle fen bilgisi öğrencileri hem biyoloji hem de kimya derslerinde radikal grup için birbiri ile hiç alakalı olmayan iki tanımla karşılaşır bir karmaşaya düşebilir. Araştırmada elde edilen bulgular fen bilgisi öğrencilerinin bilimsel olarak kabul edilemez açıklamayı tercih ettiklerini göstermektedir. Bu öğrencilerin öğretmen olduklarında hangi tanımları kullanacakları da ayrı bir soru işareti olarak görünmektedir.

Kimya, biyoloji ve fen bilgisi öğrencilerinin yoğunluk ve derişim ile ilgili fikirlerinin araştırıldığı testin 4. sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar aşağıdaki tabloda özetlenerek sunulmuştur (Tablo4).

Tablo 4 Testin 4. sorusunun cevap kategorileri

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLARININ KATEGORİLERİ	K (%)	B (%)	F (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	Yoğunluk birim hacimdeki maddenin kütesidir. Derişim, birim hacimde çözünmüş maddenin miktarıdır. $d=m/v$, $m=n/v$ veya % miktar	96	62	87
	A2	Kütlenin hacme oranı yoğunluktur.		17	3
	A3	Derişim bir maddenin başka bir madde içindeki miktarıdır.		5	
	TOPLAM		96	84	90
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	Yoğunluk birim hacimde bulunan madde miktarı gram cinsinden, derişim birim hacimde bulunan madde miktarı mol cinsinden.	2		
	B2	Yoğunluk birim hacimde madde kütesidir. Derişim birim hacimdeki madde miktarıdır.		2	3
	B3	Yoğunluk öznelidir. Derişim nesnelidir. Ölçümsüz karar verilemez.			2
	B4	Yoğunluk bir maddenin birim hacminin kütesidir. Derişim bir maddenin safsızlık derecesini gösterir.			3
	B5	Yoğunluk birim hacmin kütesidir. Derişim bir maddenin bileşenlerinin miktarıdır.			2
	B6	Yoğunluk saf bir madde içerisinde başka bir maddenin homojen olarak çözünmesiyle meydana gelen olgudur. Derişim yoğunluğun derecesidir.		2	
	B7	Çözelti içinde çözünen maddenin çözücüde bulunma oranı yoğunluktur.	2	7	
TOPLAM		4	11	10	
C. Cevap Yok			5		

Yukarıda verilen tablo incelendiğinde öğrencilerin yoğunluk ve derişim kavramlarını tanım olarak anladıkları söylenebilir. Çoğunlukla yoğunluğun kütlenin hacme oranı, derişimin de birim hacimde çözünmüş madde olarak öğrenciler tarafından anlaşıldığı tespit edilmiştir.

Kimya öğrencilerinin %2'sinin, biyoloji öğrencilerinin de %7'sinin yaptığı "Çözelti içinde çözünen maddenin çözücüde bulunma oranı yoğunluktur." şeklindeki açıklama en çok rastlanan bilimsel olarak kabul edilemez cevap olarak belirlenmiştir. Bu öğrenciler derişimden söz etmeden yanlışlıkla bu kavramı tanımlamışlardır. Belki de bu öğrenciler günlük dilde yoğunluk kavramının çok kullanılmasından dolayı fark etmeden bu şekilde kullanmış olabilirler. Johnstone ve Selepeng (2001) tarafından belirtildiği gibi bilimsel bağlamda ve günlük kullanımda bazı farklılıklar öğrencilerin yanlış anlamasına sebep olabilmektedir. Bu yanlışlıklar ikinci dilde öğrenim gören öğrenciler için daha da fazla sorun oluşturmaktadır. Çünkü dilimizde farklı dil ailesi olan İngilizceden çok sayıda teknik kelime yer almaktadır.

Hem kimya hem de biyoloji derslerinde çok kullanılan yoğunluk ve derişim kavramlarını öğretmen adaylarının anlamış olmaları sevindirici bir gelişme olarak söylenebilir. Ancak yoğunluk ve derişim kavramlarının anlaşılmasında değil daha çok kullanımlarda hatalar yapıldığı görülmektedir (Bkz. 5. soru). Bu kavramlar çözelti, çözünürlük, difüzyon, osmoz gibi konuların anlaşılması için önemli bir altyapı oluşturduğu için bilimsel olarak kabul edilebilir şekilde anlaşılması oldukça önemlidir.

Öğrencilerin günlük yaşamda çok defa karşılaştıkları bir olay ile ilgili yorumlarını anlamak amacıyla hazırlanan 5. soruda öğrencilere “Çaya şeker atılıp bir süre bekleniyor. Burada difüzyon olayı var mıdır?” diye sorulmuştur. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5 Testin 5. sorusunun cevap kategorileri

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLARININ KATEGORİLERİ	K (%)	B (%)	F (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	Olabilir. Önce şeker molekülleri çözünür, sonra da çok buldukları ortamdan az buldukları ortama doğru bir yayılma görülür.	6	19	3
	A2	Evet. Şeker çok bulunduğu ortamdan az bulunduğu ortama doğru yayılır.	4	5	3
	A3	Olabilir. Çünkü şeker moleküllerinin arasına su giriyor.	2	2	2
	A4	Olabilir. Çay içinde yayılma gözlenir.	4	12	8
	A5	Olabilir. Çünkü şeker çayın içinde homojen olarak dağılır.	6		
		TOPLAM		22	38
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	Difüzyon olabilir. Difüzyon bir maddenin çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçmesidir.	22	24	20
	B2	Burada sadece çözünme olayı vardır.	20	21	28
	B3	Olamaz. Çünkü difüzyon gazlar ve sıvılar için olur.	4		8
	B4	Bir odada kolonya kokusunun yayılması difüzyon olabilir ama buradaki değildir.	4		
	B5	Gazlarda az olan yere doğru yayılma difüzyondur. Buradaki değildir.	6		3
	B6	Olamaz. Çünkü burada maddelerin kendiliğinden hareketi yok. Enerji kullanılıyor.	2	11	3
	B7	Homojen dağılım olmadığı için difüzyona örnek olamaz.		2	3
	B8	Olamaz. Çünkü yoğun ortamdan az yoğun ortama geçiş olması gerekir. Bir yerde şeker var, diğer tarafta yok.	6		2
	B9	Bu çözünmedir. Difüzyon zarlı/hücre sel ortamda olur.	2	2	7
	B10	Olamaz. Bu olay çözünmedir. Şeker moleküller olarak çözünür, iyonlarına ayrılmaz.	2		
	B11	Kararsızım	2	2	2
	TOPLAM	70	62	76	
C. Cevap Yok		8		8	

Öğrencilerin böyle bir olay için şeker çayda hem çözünüyor hem de difüzyona uğruyor şeklinde bilimsel olarak kabul edilebilir açıklama yapmaları beklenmektedir. Bu şekildeki doğru açıklama en yüksek oranda biyoloji öğrencilerinden gelmiştir (%19). Kimya öğrencilerinin sadece %6'sı, fen bilgisi öğrencilerinin ise %3'ü hem çözünme hem de difüzyon olduğundan bahsetmiştir. Genel toplamda da biyoloji öğrencilerinin bilimsel olarak kabul edilebilir açıklamalarının en yüksek olduğu göze çarpmaktadır.

Bilimsel olarak kabul edilemez açıklamalar kısmında difüzyonun çok yoğun ortamdandan az yoğun ortama geçiş olduğunu öğrencilerin söylemelerinde ilk bakışta bir yanlışlık görülmemektedir. Ancak burada çok yoğun ortam yerine maddenin çok bulunduğu veya derişimin çok olduğu ortamdandan az bulunduğu ortama madde geçişi olarak söylenmesi daha bilimsel bir ifadedir. Testin 4. sorusunda belirtildiği üzere öğrencilerin yoğunluk ve derişim kavramlarını tanımsal olarak anladıkları ancak, 5. sorudaki cevaplara bakıldığında bazı yerlerde derişim yerine yoğunluk kavramının kullanıldığı görülmektedir. Bu durum günlük dilde yoğunluk kavramının daha fazla kullanılması ile açıklanabilir (Bahar, 2003). Öğrencilerle yapılan görüşmelerde de benzer durumlar tespit edilmiş ve hatırlatma yapıldığında ağız alışkanlığı ile derişim yerine yoğunluk kavramını kullandıklarını belirtmişlerdir (B34, B42).

Öğrencilerin “*Burada sadece çözünme olayı vardır.*” şeklindeki açıklaması da oldukça yüksek oranda tespit edilmiştir (kimya %20, biyoloji %21, %28). Böyle bir açıklama kimya ve fen bilgisi öğrencileri için normal olabilir ancak biyoloji öğrencileri için çok beklenmeyen bir açıklama olarak değerlendirilebilir. Çünkü difüzyon konusu biyoloji derslerinde işlenirken çayda şekerin karışması en çok verilen örnektir. Belki de burada hem çözünme hem de difüzyon olduğu belirtilirken öğrenciler sadece çözünme kısmını almış olabilir.

Kimya öğrencilerin toplamda %14'ü, fen bilgisi öğrencilerinin de %11'i *difüzyonun sadece gazlar ve/veya sıvılar için geçerli olduğunu, şeker katı olduğu için burada difüzyon olmadığını belirtmeleri* kavramsal anlamının gerçekleşmediğini gösteren bir kanıt olarak düşünülebilir. Benzer şekilde kimya ve biyoloji öğrencilerinin %2'sinin, fen bilgisi öğrencilerinin de %7'sinin “*Bu çözünmedir. Difüzyon zarlı/hücre sel ortamda olur.*” açıklaması kavramsal anlamının gerçekleşmediğini göstermektedir.

Öğrencilerin testte verdikleri teyit etmek ve daha detaylı bilgi almak amacıyla yapılan görüşmelerde aşağıdaki açıklamalar kaydedilmiştir.

K45, B26: Çaya şeker atılınca önce çözünme olur. Sonra da difüzyon olur.

K48: Çayda şekerin karışmasında difüzyon var. Kimya derslerinde gazlarda yayılma için difüzyon demiştik ama bunu bilmiyorum. Çok yoğundan az yoğuna geçiş var. Sanki burada da difüzyon var gibi.

F57: (G: Difüzyon için zarlı ortam gerekli midir?) Havada kokunun yayılmasının difüzyon olduğunu kimya derslerinde görmüştük. Ama difüzyon için zarlı ortam gerekli gibi aklımda kalmış, testte o şekilde yazmışım. Şöyle bir düşünersek burada da difüzyon zar o zaman.

F60: Difüzyonda çok yoğundan az yoğun ortama madde geçişi vardır. (G: Difüzyon için hücrel ortam gerekli midir?) Havada kokunun yayılmasında da benzer durum var. Hücrel ortam şart değil diyorum şimdi.

Yukarıdaki diyaloglarda görüldüğü gibi K45 ve B26 kodlu öğrenciler öncelikle şekerin çözüldüğünü ve sonra da difüzyon gerçekleştiğini tekrarlamışlardır. K48 ve F57 kodlu öğrenciler de kimya derslerinde gördükleri gazlardaki difüzyondan hareketle burada da difüzyon olması gerektiğini sonradan söylemiştir. F60 da öncelikle difüzyon için hücrel ortamın gerekli olduğunu söylemesine rağmen kokunun yayılmasını düşünerek fikir değiştirmiştir. Öğrencilerin tek bir durumdan tanım çıkarması yerine değişik örneklerin ve istisnai durumların da olduğunu ortaya koyması gerekmektedir. Belki bu öğrenciler görüşmede karşılaştıkları sorularla neler bildiklerini tekrar gözden geçirerek bir düzenleme yapmış olabilir.

B34: Burada difüzyon yoktur. Çünkü homojen dağılım gözleyemiyoruz.

K42: Difüzyon yayılmadır. Tuz iyonlaşır. Şeker homojen dağılır. Yani difüzyon olur. Çözünme yoktur. Çözünme olması için iyonlarına ayrılması gerekir.

B42: Çayda şekerin karışmasında sadece çözünme var. Difüzyon hücrenin çok yoğun ortamdaki az yoğun ortama enerji harcamadan madde alıp vermesidir. Hücre dışındakiler difüzyon olamaz. (G: Mesela bir odada kolonya kokusunun yayılması nedir?) Kolonya kokusunun yayılması buharlaşmadır. Üzerine parfüm sürmüş birinden kokunun yayılması da aynıdır. Yani difüzyon değildir.

F3: Burada difüzyon değil çözünme var. Difüzyonun gazlar için geçerli olduğunu biliyorum. Mesela odada kokunun yayılması difüzyondur.

Öğrencilerin görüşmelerde bazı bilimsel olarak kabul edilemez açıklamaları ile de karşılaşmıştır. Bunlardan B34 kodlu öğrenci difüzyon için homojen dağılımın gözlenmesi gerektiğini yinelemiştir. K42 numaralı öğrenci de kimya derslerinde tuz ve şekerin farklı

şekillerde çözünmelerinde hareketle difüzyon için iyonlaşmanın gerekli olduğunu ileri sürmüş olabilir. B42 kodlu biyoloji öğrencisi de difüzyon ve aktif taşımayı karıştırmış gibi görünüyor. Ayrıca aynı öğrenci difüzyon için zarlı ortam gerekli olduğunu belirterek belki de örneklemelerdeki eksikliklerden dolayı dar kapsamlı bir difüzyon kavramına ulaşmış olabilir. F3 kodlu öğrenci de kimya derslerinde bahsedildiği şekilde sadece gazlar için difüzyon olduğunu bir odada kokunun yayılması örneği ile açıklamaktadır.

Öğrencilerden elde edilen bulgular ele alındığında kimya ve biyoloji derslerinde bahsedilen difüzyon kavramı ile ilgili çok değişik anlamlar çıkarıldığı, genellemelerin gereğinden az ya da fazla yapıldığı görülmektedir. Her iki derste anlatılanlar arasında bir tutarlılık olmalı ve bütünleşme sağlanmalıdır. Bu sonuçlar Yıldırım ve arkadaşları (2004) tarafından yapılan çalışmadaki bulgularla da örtüşmektedir.

Sonuçlar

Toplanan verilere göre öğrencilerin kimya ve biyoloji derslerinde radikal grup, osmotik basınç, difüzyon, organik ve inorganik madde, indirgenme ve yükseltgenme kavramları ile ilgili farklı tanımlar yaptıkları tespit edilmiştir. Ayrıca aynı grup öğrencilerde de birçok kavram yanlışlarının olduğu saptanmıştır. Bunların nedenleri de öğretmenler, kullanılan dil ve ders kitapları, günlük yaşamda karşılaştıkları olaylar ve medya olarak söylenebilir.

Öneriler

- ◆ Difüzyon konusu hem kimya hem de biyoloji derslerinde birbirlerini tamamlayacak şekilde örnekleri ile işlenmelidir. Günlük yaşamda karşılaşılan olaylar üzerinde durulmalıdır. Ayrıca kimya öğretmen adaylarının osmotik basınçla ilgili kavramları daha iyi anlaması için biyoloji derslerinde kullanılan örneklerin anlatılması gerekir. Kandaki osmotik basınç, bitkilerdeki turgor basıncı ve kök basıncı, diyaliz, ters osmozla su arıtma gibi kavramlar üzerinde durulabilir.
- ◆ Her iki derste de amfoter maddenin özelliği, örnekleri ve ne işe yaradığı üzerinde durulmalı. Değişik amfoter madde örneklerinden bahsedilebilir (Su, aminoasit, amfoter oksitler, CO₂...). Burada aminoasitlerin amfoter özelliği ve tampon etkisi üzerinde irdelenebilir.
- ◆ Özellikle biyoloji derslerinde bahsedilen R grubunun radikal grup olmadığı açıkça belirtilmeli (Ürek ve ark., 2002). Radikal grup denilince ortaklaşmamış elektron içeren

ve reaksiyona girme yeteneği yüksek olan gruplar olduğu, bunların zararlı etkilerini önlemek için de antioksidanların kullanıldığından bahsedilebilir. Aminoasitlerde gösterilen R grubunun ise değişken grup olduğu söylenerek, özellikle fen bilgisi öğrencilerinin zihninde biri biyoloji diğeri de kimya derslerinden gelen iki farklı tanım oluşturulmamalı.

- ◆ Üniversitelerdeki öğretim elemanlarının birlikte çalışarak aynı kavramı farklı anlamlarda kullanmalarının önüne geçilmeli. Bu soruna yönelik hizmet içi eğitim programları da düzenlenebilir.
- ◆ Fizik, kimya, biyoloji ve fen bilgisi ders kitaplarının yazımında her üç alanın uzmanları da yer almalı.

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.
- Besson, U. (2004). Students' conceptions of fluids. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1683–1714.
- Cakmakci, 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.
- 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.
- Fen ve Teknoloji Programı. <http://ttkb.meb.gov.tr/> (16.10.2008).
- Herron, J. D. (1996). *The chemistry classroom: Formulas for successful teaching*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Johnstone, A. H., & Selepeng, D. (2001). A Language Problem Revisited, *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 2 (1), 19-29

- Kabapınar F. (2007). Öğrencilerin Kimyasal Bağ Konusundaki Kavram Yanılgılarına İlişkin Literatüre Bir Bakış I: Moleküliçi Bağlar. *Mili Eğitim Dergisi*, 176,18–35.
- 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.
- Laçın Şimşek, C., & Tezcan, R. (2008). Çocukların Fen Kavramlarıyla İlgili Düşüncelerinin Gelişimini Etkileyen Faktörler. *İlköğretim Online*, 7(3), 569–577, 2008.
- Odom, A. L., & Kelley, P. V. (2000). Integrating Concept Mapping and the Learning Cycle to Teach Diffusion and Osmosis Concepts to High School Biology Students. *Science Education*, 85, 615–635.
- Özden, Y. (2003). *Öğrenme ve Öğretme (Geliştirilmiş Baskı)*. Pegem A Yayıncılık, Ankara.
- Sinan, O. (2007). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Enzimlerle İlgili Kavramsal Anlama Düzeyleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, Cilt 1, Sayı 1, Aralık, sayfa 1–22.
- Sinan, O., Köse, S., Aydın, H., & Gezer, K. (2007). Prospective Science Teachers' Conceptual Understanding About Proteins and Protein Synthesis. *Journal of Applied Sciences*. 7 (21) 3154–3166.
- 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.
- 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.
- Yıldırım, O., Nakiboğlu, C., & Sinan, O. (2004). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Difüzyon İle İlgili Kavram Yanılgıları, *BAÜ-Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 79–99.