



Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Enzimlerle İlgili Kavramsal Anlama Düzeyleri

Olcay SİNAN*

*Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı,
10100/Balıkesir, olcaysinan@yahoo.com

Makale Gönderme Tarihi: 1 Kasım 2007

Makale Kabul Tarihi: 20 Aralık 2007

Özet - Bu çalışmada Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının geleneksel öğretim öncesi, sonrası ve altı ay sonrası enzimlerle ilgili kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Açıklama gerektiren üç ana sorudan oluşan bir kavramsal anlama testi hazırlanarak ön, son ve geciktirilmiş son test olarak toplam 88 öğretmen adayına uygulanmıştır. Ayrıca öğrencilerin araştırma konusu ile ilgili fikirlerini daha detaylı ortaya koyabilmek amacıyla 19 öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının enzimleri anlamada bazı zorluklar çektikleri ve geleneksel öğretim yönteminin kavramsal anlamayı sağlamada yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. Özellikle adayların enzim aktivite mekanizması ve enzimlerin diğer özellikleri ile ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Araştırmanın son aşamasında ise, elde edilen bulgular ışığında eğitim öğretim ortamının düzenlenmesinde yapılandırmacı öğrenmeye uygun aktivitelerin yapılması ve kavramsal değişim modelinin uygulanması öneri olarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kavramsal Anlama, Öğretmen Yetiştirme, Enzimler.

Prospective Science Teachers' Conceptual Level of Understanding on Enzymes

Abstract - The aim of this study is to determine conceptual understanding level of prospective science teachers on enzymes before, after and six month later traditional instruction. A conceptual understanding test consisted of three open ended questions was prepared and administered as pre-, post- and delayed post test to 88 prospective teachers. Then, in order to reveal opinions of the students in more details, semi-structured interviews were conducted to 19 teacher candidates. At the end of the study, it was reached that prospective science teachers have certain sorts of difficulties in understanding enzymes, and that traditional instruction is insufficient on providing conceptual understanding. It was revealed that candidates have misconceptions particularly on enzyme activity mechanism and other specifics of enzymes. In the light of the findings, it was suggested that activities based on constructivist approach and conceptual change model should be used for assembling of teaching environment.

Keywords: Conceptual Understanding, Teacher Training, Enzymes.

Giriş

Günümüzde fen ve teknoloji yaşamımızın kaçınılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bu açıdan fen eğitiminin önemi her geçen gün artarak devam etmektedir. 30 yıldan daha uzun bir süredir fen öğrenimi üzerinde yapılan çalışmalar, öğretmenlerin en üst düzeydeki çabalarına rağmen, öğrencilerin fen bilimlerindeki kavramları anlamakta başarısız olduklarını ortaya koymuştur (Mintzes, Wandersee & Novak, 1997).

Fen derslerinin en büyük amacı kavramsal anlama olmasına rağmen, her yaştaki öğrencilerin çoğu bilimsel kavramları anlamada zorlanmaktadır (Gobert & Clement, 1999). Bu öğrencilerin kavram yanılgısı veya alternatif kavram olarak isimlendirilen bilgilerin oluştuğunu ileri süren Gobert ve Clement (1999), kavramsal anlamayı sağlamada, özellikle yeni ve zor kimya kavramlarının sunumunda, görsel materyallerin kullanımının artırılması gerektiğini önermiştir.

Değişik çalışmalarda ifade edildiği gibi kavramsal anlama; kavramlar arasında benzerliklerin, farklılıkların ve ilişkilerin kurulabildiği, bunların başka ortamlara transfer edilebildiği ve problemlerin çözümünde kullanılabildiği derinlemesine öğrenme olarak tarif edilebilir (Sinan, 2007).

Fen bilimleri eğitiminde yapılan çalışmaların birçoğu öğrencilerin kavramları anlamaları üzerine odaklanmıştır (Pfundt & Duit, 2007). Öğrenciler bazı kavramları bilimsel olarak kabul edilemez bir şekilde anlamlandırmakta ve kavram yanılgısı olarak isimlendirilen bu fikirler de sonraki öğrenmeler için engel teşkil edebilmektedir (Atav ve ark., 2004).

Kavram yanılgıları genel olarak öğrencilerin fikirlerindeki bilimsel olarak doğru olmayan kendilerine özgü yorumlar ve anlamlar şeklinde tanımlanabilir. Kavram yanılgıları değişime dirençli olduğu için de özellikle geleneksel yöntemlerle değiştirilmeleri zor olmaktadır (Bahar, 2003). Bu çalışmada da kavram yanılgıları, Bahar (2003) tarafından tarif edildiği gibi değişime direnç gösteren ve bilimsel olarak kabul edilemez fikirler olarak ele alınacaktır.

Pardhan ve Mohammad (2005) öğretmenlerin konu alanının kavramsal anlamaları çok önemli olduğunu vurgulamaktadır. Sınırlı konu alanı bilgisi öğrencilerin kavramsal anlamalarını kısıtlamaktadır. Öğretmenler yeni öğretim metotlarını bilmelerine rağmen, kısıtlı konu alanı bilgisi kavramsal anlamının başarılmasına imkân vermemektedir. Pardhan ve Mohammad (2005) öğretmenlerin kendi alan bilgilerini artırmaları gerektiğini, öğretmen eğitimcilerin de bu konuda daha fazla duyarlı olması gerektiğini önermektedir. Bu durum

öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları ile ilgili değişik araştırmalarla da ortaya konulmuştur. (Pittman, 1999; Christianson & Fisher, 1999; Sinan ve ark., 2006).

Biyoloji derslerinde işlenen enzimlerin öğrenilmesi ile ilgili olarak şimdiye kadar çok az sayıda araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalardan birinde Lazarowitz ve Penso (1992); hem öğretmenlerin öğretilmelerine, hem de öğrencilerin öğrenmelerine dayalı olarak anlama gücünü çekilen konular içerisinde enzimin yapısı ve fonksiyonu da bulunduğunu belirterek, bunların anlaşılmasındaki temel zorluğu iki nedene bağlamıştır. Bunlardan birincisi; biyolojik organizasyon seviyesinde bütünlüğün yakalanamaması, ikincisi de bazı konuların soyut olmasıdır. Bunun yanı sıra Bahar (2002) da öğrencilerin güçlük çektikleri konular arasında enzimlerin de olduğunu yaptığı çalışmada göstermiştir.

Şahin (2002) de kavram haritaları ile ilgili yaptığı çalışmada öğrencilerin enzimlerle ilgili kavram haritalarını çizmelerini içeren bir öğretim modelini incelemiş ve kavramsal anlamayı olumlu yönde etkilediğini belirtmiştir.

Atılboz ve Yakışan (2003) ise, laboratuvar çalışmalarında V diyagramları kullanılarak enzimlerin öğrenilmesini geleneksel yöntemle karşılaştırmıştır. Araştırmanın sonucunda V diyagramları kullanılarak yapılan laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin enzimler konusunu anlamalarında daha etkili olduğunu rapor etmiştir.

Selvi ve Yakışan (2004) üniversite birinci sınıf öğrenciler ile yaptığı çalışmada enzimlerle ilgili bazı kavram yanlışlarını tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin laboratuvar çalışmalarında bilişsel yapısının ortaya çıkarılarak V diyagramlarının ve kavram haritalarının kullanılması ile kavram yanlışlarının giderilebileceğini önermiştir.

Biyoloji derslerinde sıkça bahsedilen ve öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri konular arasında yer alan enzimlerin öğrenilmesi ile ilgili az sayıda çalışma yapılması (Pfundt ve Duit, 2007) böyle bir araştırmanın yapılmasının gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Amaç

Yaptığımız bu çalışmanın amacı, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının enzimlerle ilgili geleneksel öğretim öncesi, sonrası ve altı ay sonrası kavramsal anlama düzeylerini belirlemek ve öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak, tespit edilen bu kavram yanlışlarının nedenlerini araştırmak ve bunların düzeltilmesi için öneriler sunmaktır.

Yöntem

Çalışma Grubu

Araştırma; tek gruplu ön test-son test modelindedir. Deney grubundaki öğrencilere öğretim öncesi, öğretimden hemen sonra ve öğretimden altı ay sonra aynı test uygulanarak meydana gelen değişimler izlenmiştir. Dersi veren öğretim elemanı düzenlatımı içeren geleneksel öğretim yöntemini uygulayarak dersleri işlemiştir. Öğretim elemanı materyal olarak sadece yazı tahtası ve kalem kullanarak dersi anlatmış, öğrenciler de dinleyerek not almışlardır.

Bu çalışmanın örneklemini 2003–2004 Eğitim-Öğretim yılı güz yarısında Biyoloji-I dersini alan Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programındaki 2. sınıf I. ve II. öğretimden toplam 88 öğrenci oluşturmaktadır.

Veri Toplama

Kavramsal anlama testindeki bütün sorular araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Çalışmada ana veri toplama aracı olarak kullanılan kavramsal anlama testi toplam 3 ana soru altında toplamda 12 sorudan oluşmaktadır. Testteki soruların her biri için açıklama istenmiştir (Bkz. Ek). Soruların hepsi bir konu alanı uzmanı ile araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Kavram analizi yapılarak hazırlanan sorular değişik öğrenci gruplarına uygulanarak sonuçlar değerlendirilmiş ve son haline getirilmiştir.

Görüşmeler öğrencilerin test sorularına verdikleri cevapları teyit etmek ve daha derin bilgi toplamak amacıyla yapılmıştır. Pilot çalışma ile son haline getirilen yarı-yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak deney grubundan toplam 19 öğrenci ile 30–40 dakikalık görüşmeler yapılmış ve bunlar ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir.

Ayrıca öğretimin niteliğini ortaya koyabilmek amacıyla dersler gözlenmiş ve ilgili öğretim elemanı ile kısa süreli görüşmeler yapılmıştır.

Verilerin Analizi

Her bir soruya veya alt sorulara öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenerek kategoriler oluşturulmuştur. Ön, son ve geciktirilmiş son testten elde edilen bu kategoriler bir tablo haline getirilerek % frekansları ile birlikte verilmiştir.

Hazırlanan tablolarda A, B, C olmak üzere 3 ana kategori oluşturulmuştur. A kategorisinde bilimsel olarak kabul edilebilir veya verilen önermenin doğru şeklini içeren cevaplar yer almaktadır. B Kategorisinde bilimsel olarak kabul edilemez veya verilen

önermenin yanlış şeklini içeren cevaplar bulunmaktadır. A ve B ana kategorisinin en üst sırasındaki ifade, bilimsel olarak en doğru, en alt sırasındaki de bilimsel olarak en yanlış ifadedir. Ancak önerme verilen sorularda, doğru cevap verdiği halde yanlış açıklama veya yanlış cevap verdiği halde doğru açıklama yapanların olması nedeniyle, A kategorisinde “Yanlış Açıklama”, B kategorisinde de “Doğru Açıklama” alt grupları da oluşturulmuştur. C Kategorisi cevap yok, bilmiyorum, hatırlamıyorum vs. olarak tespit edilen cevapları içermektedir (Bkz örnek Tablo1).

Yukarıda anlatılan kategorilendirme işleminin güvenilirliğini artırmak amacıyla bir biyoloji eğitimi alan uzmanı ile çalışılmıştır. Öncelikle uzmanla birlikte bir pilot çalışma yapılarak kategorilendirmelerin nasıl yapıldığı konusunda denemeler yapılmıştır. Daha sonra, son teste giren toplam 88 öğrenciden ilk 20 tanesi seçilmiş ve bu öğrencilerin test sorularına verdikleri cevaplar uzman tarafından incelenmiştir. Son aşamada, araştırmacının gruplandırması ile uzmanın gruplandırması karşılaştırılmıştır. Her bir soru ve alt sorular için araştırmacı ve uzman tarafından yapılan kategorilendirmeler arasında elde edilen tutarlılık sonuçlarının ortalaması %80 olarak bulunmuştur.

Öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testteki cevaplarının kavramsal değişimleri beş ana kategori altında toplanmıştır. Her bir öğrencinin ön, son ve geciktirilmiş son testte verdikleri cevaplar incelenerek değişimler belirlenmiştir. Ayrıca değişimleri daha iyi görebilmek amacıyla her bir soruya ait kavramsal değişim grafiği de hazırlanmıştır (Bkz. Örnek Şekil 1). Öğrencilerin üç testte verdikleri cevaplardaki değişim kategorileri şöyledir:

1-Olumlu Değişme: Öğretim sonrası B ve C kategorilerinden yani, bilimsel olarak kabul edilemez cevaplardan, A kategorisine yani, bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplara dönüşen ve bu kategoride kalanlar.

2-Kısmen Olumlu Değişme: Bu kategori, birbirine yakın düzeyler arasındaki küçük olumlu değişimleri ve sadece son veya geciktirilmiş son testteki kısa süreli meydana gelen olumlu değişimler.

3-Değişim Yok: Her üç testte de aynı düzeyde kalanlar.

4-Olumsuz Değişme: Öğrencilerin A kategorisinden yani bilimsel olarak doğru kabul edilebilir cevaplardan, B kategorisine yani bilimsel olarak kabul edilemez cevaplara geçişleri veya B kategorisi içerisinde bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar arasındaki değişimler.

5-Diğerleri: Anlamlı bir şekilde kategorilendirilemeyen değişimler.

Bulgular ve Yorumlar

Çalışmanın bu bölümünde öğrencilerin test sorularına verdikleri cevaplar ile görüşmelerden elde edilen bulgular sunulmaktadır. Sayfa sınırlaması nedeniyle her bir soru ele alınmayıp sadece kayda değer bulunanlar verilmiştir.

Kavramsal anlama testinin 2. sorusunun IV. önermesine ön, son ve geciktirilmiş son testte öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1 2. Sorunun IV. Önermesinin Kategori Tablosu

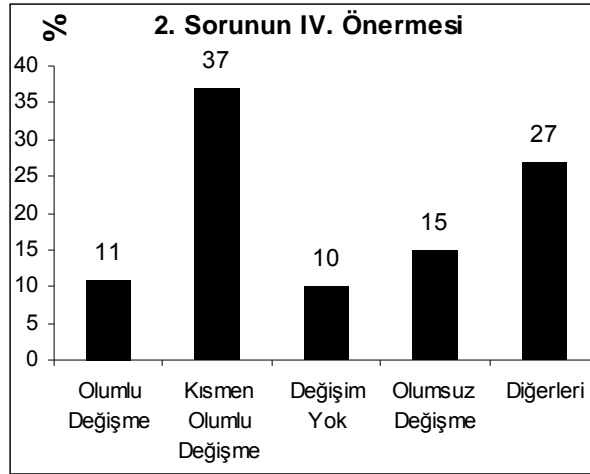
Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLARIN SINIFLANDIRILMASI	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)
A. Enzimler reaksiyona enerji vermezler.	A1	Enzimler, reaksiyonların gerçekleşmesi için gerekli olan aktifleşme enerjisini düşürerek reaksiyonları hızlandırır.	12.5	25	23.9
	A2	Katalizör kullanılarak reaksiyon hızlanır, bu da enerji gerektirmez.	3.4	5.7	10.2
	A3	Katalizör sadece reaksiyonu hızlandırır.	4.5		11.4
	A4	Reaksiyonu hızlandırırlar.			9.1
	A5	Enerji vermezler, var olan aktivasyon enerjisini artırır.	2.3	2.3	
	A6	Yanlış Açıklama Bunu enzim değil, katalizör yapar.	1.1		4.5
	A7	Açıklama Yok	10.2	13.6	3.4
TOPLAM			34.1	46.6	62.5
B. Enzimler reaksiyona enerji verirler.	B1	Doğru Aktivasyon enerjisini de düşürürler.	4.5	2.3	1.1
	B2	Açıklama Katalizör olarak kullanıldıklarından reaksiyonu hızlandırırlar.	5.7	3.4	
	B3	Reaksiyonu enzimler değil, pH, sıcaklık gibi çevre şartları hızlandırır.			2.3
	B4	Enzimlerin yapısındaki protein enerji vermek için kullanılır ve reaksiyon hızlanır.	2.3		
	B5	Enerji vererek aktivasyon enerjisinin kolay aşılmasını sağlar.	12.5	15.9	19.3
	B6	İnhibitör madde olarak reaksiyonun hızını artırır.		1.1	
	B7	Enzimler katalizördür ve reaksiyonun başlamasını sağlar. Tepkime başladıktan sonra reaksiyon hızlanmaz, belli bir hızla devam eder.		1.1	2.3
	B8	Açıklama Yok	20.5	25	1.1
TOPLAM			45.5	48.9	26.1
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	10.2	2.3	6.8
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	10.2	2.3	4.5
TOPLAM			20.5	4.5	11.4

Yukarıda verilen tablo incelendiğinde, %34.1 olan öğretim öncesi “Enzimler reaksiyona enerji vermezler.” cevabının öğretim sonrası %46.6’ya, öğretimden altı ay sonra da %62.5’e çıktığı görülmektedir. Bunun yanı sıra öğretim sonrasında bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru açıklamaların 2 kat arttığı belirlenmiştir.

Öğretim sonrası öğrencilerin %48.9’unun “Enzimler reaksiyona enerji verirler.” şeklinde cevap verdiği, altı ay sonra ise bu oranın %26.1’e düştüğü tespit edilmiştir. Bu

kategoride en dikkat çekici açıklama “Enerji vererek aktivasyon enerjisinin kolay aşılmasını sağlar.” olarak göze çarpmaktadır.

Öğrencilerin testin 2. sorusunun IV. önermesine verdikleri cevaplardaki değişim aşağıdaki grafikte verilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. 2. Sorunun IV. Önermesinin Kavramsal Değişim Grafiği

Grafik incelendiğinde öğrencilerin %48’de olumlu bir değişme gözlenirken, %15’inde olumsuz değişme tespit edilmiştir. Öğrencilerin %10’unda da bir değişim belirlenmemiştir.

Bu önermeye öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde en doğru açıklamaların öğretim sonrası iki kat arttığı ve bunun devam ettiği gözlenmektedir. Verilen önermenin doğru şeklini belirttiği halde ön ve son testte öğrencilerin %2.3’ü “Enerji vermezler, var olan aktivasyon enerjisini artırurlar.” şeklinde açıklama yapmış, ancak geciktirilmiş son test hiçbir öğrenci böyle bir açıklama yapmamıştır. Öğrencilerin verdiği bu açıklamada bir tutarsızlık olduğu veya kendilerince bir ezber sistemi geliştirdikleri söylenebilir. Enerji vermedikleri halde enzimlerin nasıl var olan aktivasyon enerjisini artırdıkları anlaşılamamaktadır. Belki de enzimlerin başlamış reaksiyonu hızlandırmaları bahsedilen bir açıklamaya götürmüş olabilir. Protein yapısında olan enzimlerin gerektiği durumlarda enerji verdiklerini de düşünmüş olabilirler. Bu açıklamaların geciktirilmiş son testte yer alması da ilginç bir bulgu olarak düşünülebilir.

Son testte tespit edilmemesine rağmen ön testte öğrencilerin %1.1’i, geciktirilmiş son testte de %4.5’i “Bunu enzim değil, katalizör yapar.” şeklinde açıklama yapmıştır. Bu açıklama ile ilgili olarak öğrencilerin disiplinler arası ilişkileri kurabilmede bazı hatalar yaptığını düşündürmektedir. Öyle anlaşılıyor ki, bu açıklamayı yapan öğrenciler enzimlerin bir katalizör olduğunu bilmiyor veya göz ardı ediyor.

Kavramsal anlama testinin 2. sorusunun IV. önermesine ait kategori tablosu ve kavramsal değişim grafiği incelendiğinde geleneksel öğretim yönteminin öğrencilerin kavramsal anlamaları gerçekleştirmede önemli eksikliklerinin olduğu göze çarpmaktadır. Öğretim öncesi öğrencilerin %45.5'i "*Enerji vererek aktivasyon enerjisinin kolay aşılmasını sağlar.*" cevabını verirken, öğretim sonrası bu oran %48.9 olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuç öğretimin hiçbir değişime neden olmadığını göstermektedir. Ancak öğretimden altı ay sonra belirtilen oranın %26.1'e gerilemesi ilginç bir sonuç olarak düşünülmektedir. Verilen bulgular ışığında öğretimden altı ay sonra öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerindeki yükselmenin nedeni, son testin devamında işlenen konuların bazı referans noktaları oluşturması olabilir. Yeni referansların öğrencilerin kavramsal anlamayı sağlamada bazı katkılar yaptığı tahmin edilmektedir.

B kategorinde verilen içerisinde "*Enerji vererek aktivasyon enerjisinin kolay aşılmasını sağlar.*" açıklaması en çok göze çarpanıdır. Ön testte %12.5, son testte %15.9 ve geciktirilmiş son testte %19.3 olarak tespit edilen bu açıklamadan yola çıkılarak öğrencilerde ciddi anlamda kavram yanlışlarının olduğu söylenebilir. Enzimlerin aktivasyon enerjisini düşünerek reaksiyonları hızlandırması ile ilgili öğrencilerin eksik bilgilerinin olduğu söylenebilir. Bu konu kimya derslerinde verilen atom, molekül, kimyasal bağ ve reaksiyon kavramları ile ilişkili olduğu için, anlamadaki eksikliklerin veya hataların önemli bir bölümü kavramlar arasında ilişkilerin yeterince kurulamamasından kaynaklandığı ifade edilebilir. Ayrıca enzimlerin reaksiyonları hızlandırma mekanizmaları ile ilgili öğretim planında bazı değişikliklerin de yapılması gerekli olabilir.

Öğretmen adaylarının aktivasyon enerjisi ile ilgili fikirlerini daha detaylı bir şekilde inceleyebilmek için yapılan görüşmelerden 41, 42, 44 numaralı öğrenciler aşağıdaki açıklamaları vermiştir.

G (Görüşmeci): Aktivasyon enerjisi nedir?

Ö (Öğrenci): Tepkimenin olabilmesi için belirli bir enerji gerekir. Enzim olduğunda bu enerji aşağı çekilir. Tepkime bu şekilde gerçekleşir.

G: Enzim olmadan da reaksiyon olur mu?

Ö: Olur ama çok yavaş olur. Tepkimenin olması ve devam etmesi için gereken enerji yüksek olacaktır. Bu nedenle tepkime çok yavaş olur.

Bu öğrencilerin aktivasyon enerjisi ile ilgili kavramsal anlamayı sağladıkları söylenebilir. Çünkü enzimlerin var olan tepkimenin hızını aktivasyon enerjisini düşürerek gerçekleştirdikleri bilinmektedir.

Aynı konu ile ilgili 54 numaralı öğrenci ile yapılan görüşmede şunlar kaydedilmiştir;

G: Aktivasyon enerjisi nedir?

Ö: (düşünüyor). Maksimum enerji, tepkime için gerekli.

G: O enerji ile enzimin ilişkisi nedir?

Ö: (düşünüyor). Enzimler tepkimenin aktivasyon enerjisine ulaşmasını sağlar. (tereddütlü).

Yapısına katılır... Enerji verir... Bir şey hatırlamıyorum.

Görüşme yapılan 54 numaralı öğrenci aktivasyon enerjisi ile ilgili alternatif fikirlere sahip gibi görünmektedir. Öğrenci hem enzimlerin tepkimenin aktivasyon enerjisine ulaşmasını sağladığını hem de enerji verdiğini düşünmektedir. Bu öğrenci protein, proteinin yapısı, enzimin yapısı ve fonksiyonu ile ilgili bilimsel olarak kabul edilebilir anlamdan başka bir şekilde düşünmektedir. Aktivasyon enerjisinin daha iyi anlaşılabilmesi için, kimya derslerinde işlenen reaksiyon ve reaksiyon hızı, katalizör kavramlarını, biyoloji derslerinde işlenen protein kavramlarını anlayabilmelidir.

Enzim substrat ilişkisi ile ilgili olan testin 2. sorusunun V. önermesine öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testte verdikleri cevaplar Tablo 2’de verilmiştir.

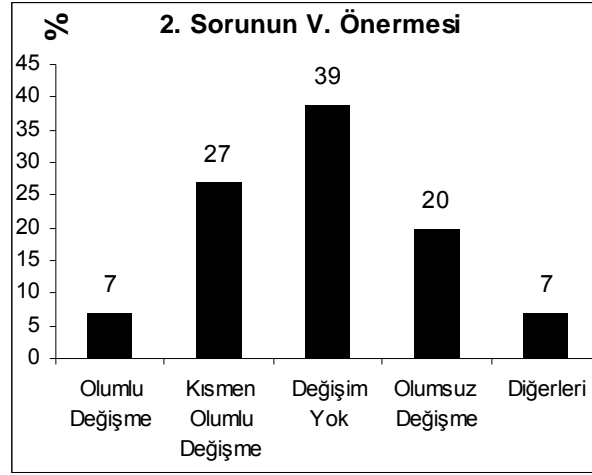
Tablo 2 2. Sorunun V. Önermesinin Kategori Tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLARIN SINIFLANDIRILMASI	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)
A. Hepsi aynı substrata etki etmez.	A1	Enzimler reaksiyona özel moleküldür. Bu durum enzim ile substrat arasında anahtar-kilit ilişkisine benzerdir.	51.1	39.8	44.3
	A2	Enzimler farklı substratlara etki edebilirler.	11.4	27.3	26.1
	A3	Bazıları aynı substrata etki edebilir.			3.4
	A4	Açıklama Yok	15.9	28.4	15.9
	TOPLAM			78.4	95.5
B. Hepsi aynı substrata etki eder.	B1	Anahtar-kilit ilişkisi var. Yani hepsi aynı substrata etki eder.	1.1	1.1	
	B2	Ortamda olan substrata etki eder.		1.1	
	B3	Açıklama Yok	1.1		
TOPLAM			2.3	2.3	-
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	10.2	2.3	8
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	9.1	-	2.3
TOPLAM			19.3	2.3	10.2

Tablo 2 incelendiğinde “*Hepsi aynı substrata etki etmez.*” diyenlerin oranı ön testte %78.4, son test %95.5 ve geciktirilmiş son test %89.8 olarak tespit edilmiştir. Bu kategoride en doğru açıklamayı yapanların oranı sırasıyla %51.1, %39.8 ve %44.3 olarak belirlenmiştir.

Enzimlerin hepsinin aynı substrata etki ettiğini söyleyenlerin oranı ön ve son testte %2.3 olarak tespit edilmiştir. Bunların yanı sıra cevap vermeyenlerin veya bilmiyorum/hatırlamıyorum diyenlerin oranı ise; ön testte %19.3, son testte %2.3 ve geciktirilmiş son testte de %10.2 olduğu tabloda görülmektedir.

Testin 2. sorusunun V. önermesine ait kavramsal değişim grafiği aşağıda Şekil 2’ de verilmiştir



Şekil 2 Sorunun V. Önermesinin Kavramsal Değişim Grafiği

Şekil 2’de verilen grafik incelendiğinde öğrencilerin %39’unda değişme olmadığı, %34’ünde ise olumlu bir değişme olduğu görülmektedir. Öğrencilerin beşte birinde ise olumsuz bir değişme tespit edilmiştir.

Yukarıda verilen kategori tablosu (Tablo 2) ve kavramsal değişim grafiği (Şekil 2) incelenecek olursa, sorgulanan kavramla ilgili öğrencilerde önemli bir öğrenme sorunu olmadığı, ancak bazı noktalarda hata yaptıkları söylenebilir. Ön testte öğrencilerin A kategorisindeki oranlarının yüksek olması ve sonrasında daha da yükseğe çıkması öğrencilerin enzim substrat arasındaki ilişkiyi önemli ölçüde anladıklarını gösteren bir bulgu olarak değerlendirilebilir.

Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru açıklamalarda öğretim sonrası azalmanın yaşanması ilginç bir bulgu olarak ele alınabilir.

Doğru cevapların öğretim sonrası nicel olarak arttığı ancak, nitelik olarak azaldığı söylenebilir. Bu düşünün nedenini anlayabilmek çok kolay görünmemektedir.

Öğrencilerin fikirlerini daha derinlemesine incelemek için yapılan görüşmelerde aşağıda verilen diyaloglar yaşanmıştır;

Çalışmaya katılan öğrenciler enzimlerin substratlarla olan anahtar-kilit ilişkisi hakkında şunları dile getirmiştir;

G: Enzimlerdeki anahtar-kilit ilişkisi neyi açıklar?

Ö: Bir tepkimeyi gerçekleştirecek enzim o tepkimeye özeldir. Başka bir enzim onu gerçekleştiremez anlamında. (46, 52)

Ö: Enzimin etkilediği substrat farklılık gösterir (44)

Ö: Her kilidi bir anahtar açar. Her substrata bir enzim etki eder (43)

Yukarıda verilen bulgular ışığında öğrencilerin enzim-substrat ilişkisini anlamada sorun yaşamadığı söylenebilir. Diyaloglarda da verildiği gibi öğrenciler enzimle substrat arasındaki ilişkiyi anahtarla kilit arasındaki ilişkiye benzeterek, enzimlerin substrata özel olduğunu belirtmişlerdir. Değişik araştırmalarda da belirtildiği gibi (Pittman, 1999; Atav ve ark. 2004) öğretim sırasında anahtar-kilit analogisini kullanmanın öğrencilerin kavramsal anlamayı sağlamalarına katkı sağladığı düşünülmektedir.

Enzimlerin bazı durumlarda aktif bazı durumlarda da inaktif olup olamayacağı ile ilgili öğrencilerin fikirlerinin sorgulandığı kavramsal anlama testinin 2. sorusunun VI. önermesine ilişkin kategori tablosu aşağıda verilmiştir (Tablo 3).

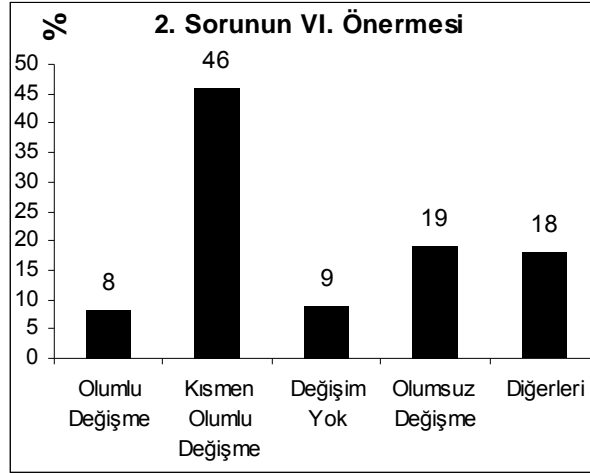
Tablo 3 2. Sorunun VI. Önermesinin Kategori Tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLARIN SINIFLANDIRILMASI	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)	
A. İnaktif halde olabilirler.	A1	Bazı enzimler üretildikleri yerde inaktif, etkili olması gereken yerde aktiftir.	14.8	21.6	36.4	
	A2	Enzimlerin aktif olması için sıcaklık ve nem gibi faktörlerin uygun olması gerekir.	13.6	18.2	14.8	
	A3	Gerektiğinde inaktif hale gelip reaksiyonu durdururlar.	3.4	3.4	8	
	A4	Tepkime sırasında mineraller ile aktif hale gelir.	1.1	13.6		
	A5	İnaktif halde iken sadece protein yapısındadır.		3.4		
	A6	Yanlış açıklama	Bazı enzimler hücre dışında çalışmaz, yani inaktiftir.	2.3	1.1	
	A7		Substrat olmadığına inaktif halde olabilir.	1.1	5.7	2.3
	A8		Enzimlere inaktif madde etki ederse enzimler inaktif olabilir.	3.4		
	A9		Enzimlerin sonuna gelen -az ve -an eki aktif olup olmamayı ifade eder.	1.1		
	A10		Her zaman aktif olmayabilir. Aktif olmayınca da iş görebilirler.	3.4		1.1
	A11	Açıklama Yok	26.1	25	17	
TOPLAM			70.5	92	79.6	
B. İnaktif halde olamazlar.	B1	İnhibitörler enzimleri inaktif hale getirebilirler.			1.1	
	B2	Eğer aktivasyon enerjisine yetecek enerji verilmezse inaktif olurlar.			1.1	
	B3	Şartlar uygun olmadığı zaman çalışmayabilirler			3.4	
	B4	Aksi takdirde enzimi aktif hale getirmek için başka madde gerekir.		1.1		
	B5	Mesela; virüslerin delici enzimleri organizma dışında inaktiftir.			1.1	
	B6	Enzimler her zaman aktiftir. Aktivasyon enerjisini artırarak reaksiyonu hızlandırırılar.	1.1	2.3	2.3	
	B7	İnaktifin anlamını bilmiyorum.	2.3			
	B8	Açıklama Yok	2.3		2.3	
TOPLAM			5.7	3.4	11.3	
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	12.5	2.3	8	
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	11.4	2.3	1.1	
TOPLAM			23.9	4.5	9.1	

Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde öğretim öncesi doğru cevapların %70.5, öğretim sonrası %92 ve öğretimden altı ay sonra da %79.6 olarak tespit edildiği görülmektedir. Bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru açıklamaları ise ön testte %14.8, son testte %21.6 ve geciktirilmiş son testte ise %36.4 olarak belirlenmiştir.

Öğretimden önce %5.7 olarak tespit edilen “İnaktif halde olamazlar.” cevabının öğretim sonrası %3.4’e düştüğü, ancak öğretimden altı ay sonra %11.3’e çıktığı göze çarpmaktadır. Bu kategoride “Enzimler her zaman aktiftir. Aktivasyon enerjisini artırarak reaksiyonu hızlandırırılar.” açıklaması ön testte %1.1, son ve geciktirilmiş son testte %2.3 olarak tespit edilmiştir.

Kavramsal anlama testinin 2. sorusunun VI. önermesine öğrencilerin verdikleri cevaplardaki değişim Şekil4’te verilmiştir.



Şekil 4 2. Sorunun VI. Önermesinin Kavramsal Değişim Grafiği

Bu önermeye ait kavramsal değişim grafiği incelendiğinde öğrencilerin %54'ünde olumlu, %19'unda olumsuz değişme görülmektedir. Öğrencilerin %18'inde ise, herhangi bir kavramsal değişim belirlenmemiştir. Ayrıca öğrencilerin %18'inin cevaplarındaki değişme belirli bir kategoriye dâhil edilememiştir.

Testin 8. sorusunun VI. önermesinin kategori tablosu (Tablo 3) ve kavramsal değişim grafiği (Şekil 4) incelendiğinde genel olarak öğretim sonrası belirli bir iyileşme olduğu ve sonrasında da düşüş yaşandığı gözlenmektedir. A bölümündeki açıklamalar incelendiğinde birçok yanlış açıklamaların da yer aldığı görülmektedir. Mesela; “*Substrat olmadığında inaktif halde olabilir.*” açıklaması her üç testte de belirlenmiştir. “*Her zaman aktif olmayabilir. Aktif olmayınca da iş görebilirler.*” açıklaması da ön ve geciktirilmiş son testte belirlenmiştir. Bu açıklamalar öğrencilerin enzimlerin yapısı, işlevi ve diğer özelliklerine ilişkin temel bilgilerinde eksiklik olduğu, bunların da bazı hatalı öğrenmelere yol açtığı düşünülmektedir.

Kategori tablosunda her üç testte de tespit edilen “*Enzimler her zaman aktiftir. Aktivasyon enerjisini artırarak reaksiyonu hızlandırırlar.*” açıklaması bilimsel olarak kabul edilemez açıklamalar içerisinde en dikkat çekici olanıdır. Bu öğrencilerin hem temel bilgi hem de bildiklerini kullanabilme açısından eksik ve hatalarının olduğu söylenebilir. Enzimlerin aktivasyon enerjisini artırmaları söz konusu değildir. Ayrıca enzimlerin bazı durumlarda, biyokimyasal faaliyetleri kontrol etmek için, aktivitelerini düşürüp artırmaları da gerekmektedir.

Enzimlerin aktif ve inaktif olabilmeleri ile ilgili öğrencilerin fikirlerini sorgulamak için yapılan görüşmelerde geçen diyaloglar aşağıda verilmiştir.

G: İnaktif enzimden ne anlıyorsunuz? Canlı için faydası olabilir mi?

Ö: Midemizde besinleri parçalayan enzim besin gelmeden inaktiftir. Eğer aktif olursa mideyi parçalardı. (41)

Ö: Aktif olmayan enzim. Bunlar tepkimenin gerçekleşmesini önler. Aktif hale getiren şeyler vardı. Koenzim, kofaktör. İhtiyaç olduğunda onlar uyarıyordu. Onları aktif hale getiriyordu. Onlar da tepkimeyi sağlıyordu.(42)

Ö: Mesela buzdolabında enzim inaktif olur. (Biraz düşünüyor ve aklına başka bir örnek geliyor). Mesela tripsinojen inaktif, tripsin aktiftir. Bu incebağırsağa zarar vermesini engelliyor. (56)

Görüşme yapılan 41 numaralı öğrencinin enzimlerin inaktif olmasını ne işe yaradığını düşünerek, 42 numaralı öğrenci ise koenzim ve kofaktör ile ilişkilendirerek bir açıklama yapması kavramsal anlamayı sağladığını gösteren bir kanıt olarak düşünülebilir. 56 numaralı öğrenci ise enzim aktivitesinin düşmesi ile inaktif olmayı karıştırmış. Ancak sonradan aklına gelen örnek doğru bir ilişkilendirme değildir.

Kavramsal anlama testinin 3. sorusunun V. faktörü ile ilgili öğrencilerin her üç testte verdikleri cevapları gösteren tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 4).

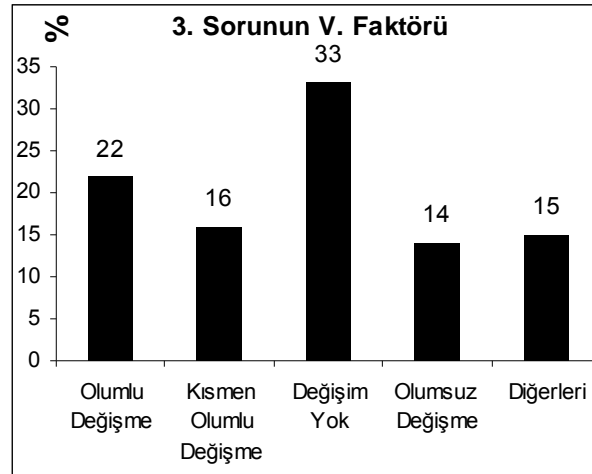
Tablo 4 3. Sorunun V. Faktörünün Kategori Tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLARIN SINIFLANDIRILMASI	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	İnhibitör enzimin aktivitesine olumsuz yönde etki eden bir maddedir. Mesela; cıva, kurşun gibi ağır metaller birçok enzim için inhibitör etki gösterir.	12.5	29.5	30.7
	A2	İnhibitör tepkimeyi yavaşlattığı için bu grafik olmaz.	27.3	30.7	29.5
	A3	Açıklama Yok	4.5	12.5	1.1
	TOPLAM			44.3	72.7
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	İnhibitör tepkime hızını azaltır ama enzimin çalışmasını durdurmaz.		4.5	6.8
	B2	Önce tepkimeyi artırır dengeye geldikten sonra yavaşlatır.	4.5		1.1
	B3	İnhibitör reaksiyona yardım eden ve değişmeden çıkan maddedir.	6.8	5.7	3.4
	B4	İnhibitör tepkimede indirgeyen demektir. Enzim indirgeme yapmaz. Sadece hızı etkiler.		1.1	
	B5	İnhibitör enzimin aktivasyon enerjisini sürekli artırır.			1.1
	B6	Açıklama Yok	1.1		
TOPLAM			12.5	11.4	12.5
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	31.8	9.1	19.3
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	11.4	6.8	6.8
TOPLAM			43.2	15.9	26.1

Enzim faaliyetine inhibitörlerin etkisini öğrencilerin ne derece anlayabildiklerini sorgulayan testin bu sorusunda; öğretim öncesi bilimsel olarak kabul edilebilir cevapların %44.3, öğretimden sonra %72.7 ve öğretimden altı ay sonra %61.4 olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Öğretim öncesi ve sonrasında bilimsel olarak kabul edilemez cevap oranlarının çok az değiştiği kategori tablosunun B bölümünde görülmektedir (%12.5, %11.4, %12.5). Ancak öğretim öncesi cevap vermeyenlerin veya bilmiyorum diyenlerin oranı %43.2 gibi yüksek bir noktada iken, bu oran öğretim sonrası %15.9'a düşmüş, öğretimden altı ay sonra ise %26.1'e yükselmiştir.

Öğrencilerin bu soru ile ilgili fikirlerinin öğretim öncesi ve sonrası durumunu gösteren kavramsal değişim grafiği aşağıda verilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5 3. Sorunun V. Faktörünü Kavramsal Değişim Grafiği

Grafikte de görüldüğü gibi, öğrencilerin %38'inde olumlu, %14'ünde de olumsuz değişme yaşanmıştır. Öğrencilerin %33'ünde değişme gözlenemez iken, %15'inde ise belirli bir kategoriye konulamayan değişimler belirlenmiştir.

Tabloda görüldüğü gibi öğrencilerin öğretim sonrası başarı düzeylerinin artması ve sonrasında da çok fazla düşüş olmadan devam etmesi uygulanan öğretimin belirli bir oranda başarılı olduğunu göstermektedir. Grafikte (Şekil 5) de görüldüğü gibi öğrencilerin %38'inde olumlu değişme olurken, sadece %14 oranında olumsuz değişme gözlenmesi de öğretimin önemli bir derecede başarı sağladığını ortaya koymaktadır. Ayrıca bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplardan en doğru açıklamanın öğretimden sonra artarak devam etmesi, hem

nicel hem de nitel olarak öğretimin başarı sağladığını gösteren bir sonuç olarak değerlendirilebilir.

Kategori tablosunun bilimsel olarak kabul edilemez cevapların öğretim sonrasında bile %11.4 oranında kalması bazı eksik ve hatalı öğrenmelere işaret etmektedir. Nitekim ön testte %6.8, son testte %5.7 ve geciktirilmiş son testte %3.4 oranında tespit edilen “*İnhibitör reaksiyona yardım eden ve değişmeden çıkan maddedir*” açıklaması bir kavram yanılgısı olarak ele alınabilir. Bu öğrencilerin inhibitör ile katalizörü birbirine karıştırdıkları ve dilden kaynaklanan bir yanılgıya düştükleri düşünülmektedir. Ayrıca daha önce de bahsedildiği gibi konular ve kavramlar arasındaki ilişkilerin doğru bir şekilde kurulması gerektiği de unutulmamalıdır.

Tablonun C bölümünde öğretim öncesi cevap vermeyenlerin veya bilmiyorum diyenlerin oranının %43.2 gibi yüksek bir oranda olması da öğrencilerin fikirleri ile ilgili bazı ipuçları vermektedir. Öğrencilerin inhibitör kavramını daha önce duymadıkları veya duydukları halde unuttukları söylenebilir. Deney grubundaki öğrenciler katalizör, inhibitör gibi kavramları ilk olarak genel kimya derslerinde görmekteyiz. Bu kavramlar bir yıl sonra genel biyoloji dersinde bahsedildiğinde sanki ilk defa duyuyorlarmış gibi bir durum ortaya çıkmaktadır. Öğretim öncesi cevap vermeyenlerin fazlalığı ve öğretim sonrası bu oranın üçte bire düşmesi bizi bu sonuca götürmektedir. Sonuç olarak, konular ve kavramlar arasında ilişkiler doğru bir şekilde kurulmalı ve kullanılan dile çok dikkat edilmelidir. Gerektiği durumlarda öğrencilerin birbirlerine karıştırabileceği kavramları yazılı bir not haline getirmek işe yarayabilir.

Yapılan görüşmelerde inhibitör ile ilgili öğretmen adaylarının görüşleri aşağıdaki diyaloglarda verilmiştir.

G: İnhibitör nedir?

Ö: Enzimin aktivasyonunu durdurur. Üzerine bağlanır. Ya da yüzeyine bağlanır. Enzimi bozar. (52, 53)

Ö: Enzimlerin çalışmasını yavaşlatan maddeler. (46, 66, 54)

Ö: İnhibitör de enzimi etkiliyor. Anahtar-kilit ilişkisini bozuyor. Substrat ile enzim tepkimeye giremiyor. (60)

Ö: Enzimin yapısını bozabilir. Anahtar-kilit ilişkisini bozabilir. Ürüne zarar verebilir. Ürünün farklı olmasını sağlayabilir. (55)

Yukarıda verilen açıklamalarda inhibitörün ne işe yaradığını öğrencilerin kavramsal olarak anladıkları söylenebilir. Açıklamalarda öğrencilerin enzim substrat arasındaki ilişkiyi inhibitörlerin bozduğunu söylemesi kavramsal anlamının gerçekleştiğini gösteren bir veri olarak değerlendirilebilir.

Aynı kavramla ilgili olarak 45 ve 56 numaralı öğrenciler de şunları dile getirmiştir;

G: İnhibitör nedir?

Ö: İnhibitör madde reaksiyonun enerjisini düşüren madde. (45)

Ö: İnhibitör ve katalizör reaksiyonun hızını yavaşlatır. (56)

Bu öğrencilerin verdikleri açıklamalar katalizör ile inhibitörün karıştırıldığına dair bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Daha önce de bahsedildiği gibi dilden kaynaklanan bazı yanlış anlamalar nedeniyle alternatif fikirlerin oluştuğu gözlenmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bulgular ve yorumlar bölümünde verilenler ışığında Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının enzimlerle ilgili bazı anlama güçlükleri çektiği görülmektedir (Tablo1, Tablo3, Tablo4). Geleneksel öğretimi uygulayan tecrübeli öğretim elemanının çabalarına rağmen birçok öğrenme zorluklarının yaşandığı tespit edilmiştir. Söz konusu engelleri aşmada geleneksel öğretim yönteminin yetersiz kaldığı ve bazı düzenlemeler yapılması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Enzimlerin öğrenilmesine ilişkin az sayıda araştırma yapılmıştır. Atav ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada aktivasyon enerjisi, enzim kinetiği ve enzim inhibisyonu konularında öğrencilerin kavram yanlışlarının olduğu rapor edilmiştir. Aynı araştırmacılar “Canlılarda enzimler olmasaydı ne olurdu? Aktivasyon enerjisi ile ilişkilendirerek açıklayınız.” sorusuna “Biyoloji reaksiyonlar çok yavaş olurdu, yüzyıllar sürerdi.” şeklinde yapılan açıklamaları kendilerinin tespit ettiği en önemli kavram yanlışlığı olarak söylenebilir. Selvi ve Yakışan (2004) da enzim ve substratın yapısı, özellikleri ve kaynağı ile ilgili öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip olduklarını bildirmiştir. Bu yanlışlar içerisinde en önemlisi olarak yüksek sıcaklıklarda enzimlerin öldüğünü belirterek denatürasyon hakkında söz etmemiş olmalarıdır. Sinan ve ark. (2006) ise, enzimlerin çalışmasına etki eden faktörlerle ilgili bazı kavram yanlışlarının olduğunu tespit etmiştir. Aynı araştırmacılar çok sayıda öğrencinin suyun ve substratın enzim faaliyetinde etkili olmadığını, sadece sıcaklığın belirli bir değerde olduğunda enzimlerin çalışabileceğini, katalizör ve inhibitör kavramlarını

birbirlerine karıştırdıklarını ileri sürmüştür. Bu çalışmada da öğrencilerin enzimlerle ilgili öğrenme güçlükleri çektiği ve bazılarının da kavram yanlışlarına sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo1, Tablo3, Tablo4). Mesela; “Enzimler enerji vererek aktivasyon enerjisinin kolay aşılmasını sağlar.”, “Substrat olmadığında enzim inaktif halde olabilir.”, “İnhibitör reaksiyona yardım eden ve değişmeden çıkan maddedir.” şeklindeki ifadeler bu çalışmada en çok tespit edilen kavram yanlışları olarak söylenebilir. Ayrıca bu yanlışların birçoğunun geleneksel öğretim sonrasında olduğu ve bazılarının da oranlarında artış olduğu belirlenmiştir.

Yukarıda bahsedilen eksik ve hatalı öğrenmelerin aşılabilmesi ve kavram yanlışlarının giderilebilmesi için aşağıda verilen önerilerin uygulanmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

- ◆ Bir çok araştırmada değinildiği gibi (Tekkaya & Balcı, (2003) program geliştiriciler ve öğretmenlerin, öğrencilerin sahip oldukları ön kavramları ve kavram yanlışlarını dikkate almaları gerekmektedir. Öğrencilerin farklı öğrenme stilleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Öğrencilerde meydana gelen kavram yanlışlarını tespit edip düzeltmeye yönelik kavramsal değişim yöntemleri kullanılabilir. Mesela, kavramsal değişim metinleri kullanılabilir (Köse, 2004; Tekin ve ark., 2004). Drama ile bazı olaylar somut hale getirilebilir (Stencel & Barkoff, 1993). Öğrencilerin benzetmeler yapabileceği öğretim ortamları oluşturulabilir. Bunların yanı sıra öğretim teknolojilerinden yararlanılması faydalı olabilir. Enzimlerle ilgili soyut kavramları ve olayları öğrencilerin somut hale getirebilmesi için bazı görsel araçlardan yararlanılabilir. Ayrıca yapılandırmacı öğrenme anlayışına uygun bir şekilde kavram haritaları, grup çalışmaları, çalışma yaprakları, probleme dayalı öğrenme teknikleri, benzetmeler kullanılabilir.
- ◆ Enzimler konusu işlenmeden önce öğrencilerin özellikle katalizör, kimyasal bağ, reaksiyon, reaksiyon hızı, asit, baz, pH, aminoasit, protein, denatürasyon gibi kavramlarda eksikliklerinin ve hatalarının giderilmesi gerekir.
- ◆ Öğrencilerin yatay ve dikey ilişkileri kurmada zorluklar yaşandığı gözlenmektedir. Mesela; kimya derslerinde işlenen kimyasal bağ, reaksiyon hızı ve katalizör ile enzimler arasında ilişkiler kurulmalıdır. Buradaki eksik ve hatalı bilgiler enzimlerin kataliz mekanizmasının anlaşılmasını olumsuz yönde etkilemektedir.
- ◆ Kavram yanlışlarının önemli nedenlerinden birisi de ders kitapları olarak rapor edilmiştir (Bahar, 2003). Ders kitaplarında kavram yanlışlarına neden olabilecek

ifadeler belirlenmeli ve düzeltilmelidir. Ayrıca öğretim sırasında öğretmenin kullandığı dili de çok önemlidir. Bunların yapılması dilden kaynaklanan kavram yanlışlarının önlenmesi için önemli bir tedbir olarak düşünülmektedir.

- ◆ Proteinlerin primer, sekonder, tersiyer ve kuartern yapılarının üzerinde daha fazla durulmalıdır. Bu noktadaki eksiklik öğrencilerin denatürasyonu da tam olarak anlamamalarına yol açabilmektedir. Öğrenciler, proteinlerin sentezlendikten sonra sekonder, tersiyer ve kuartern hale gelmesi ile bu hallerinin bozulduğunda denatüre olduklarını anladıklarında, ilişkilerin daha iyi kurulabileceği söylenebilir. Bu kavramlar iyi anlaşıldığında enzimlerin aktivitesinin nasıl değiştiği daha iyi anlaşılabilir. Bu şekilde öğrenciler yiyeceklerin çok sıcak, çok soğuk ve çok kuru ortamlarda nasıl saklanabildiğini daha iyi açıklayabilir.
- ◆ Daha sonra yapılacak çalışmalarda kavramsal değişim içeren öğretim modeli ile geleneksel öğretim modeli karşılaştırılabilir.

Kaynakça

- Atav, E., Erdem, E., Yılmaz, A. & Gücüm, B. (2004). Enzimler Konusunun Anlamalı Öğrenilmesinde Analogiler Oluşturmanın Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27,21–29.
- Atılboz, N. G. & Yakışan, M. (2003). V- Diyagramlarının Genel Biyoloji Laboratuvarı Konularını Öğrenme Başarısı Üzerine Etkisi: Canlı Dokularda Enzimler ve Enzim Aktivitesini etkileyen Faktörler. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*,25, 8–13.
- Bahar M. (2002). Students' learning difficulties in biology: Reasons and solutions *Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10, 73–82.
- Bahar, M. (2003). Misconceptions in Biology Education and Conceptual Change Strategies. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 3(1), 55–64.
- Christianson, R. G. & Fisher, K. M.(1999). Comparison of student learning about diffusion and osmosis in constructivist and traditional classrooms, *International Journal of Science Education*, 21, 687–698.
- Gobert, J. D. & Clement, J. J. (1999). Effects of student-generated diagrams versus student-generated summaries on conceptual understanding of causal and dynamic knowledge in plate tectonics". *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 39–54.

- Köse, S. (2004). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarında Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularında Görülen Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Kavram Haritalarıyla Verilen Kavram Değişim Metinlerinin Etkisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Trabzon.
- Lazarowitz, R. & Penso, S.(1992). High school student's difficulties in learning biology concepts. *Journal of Biological Education*, 26, 3, 215–223.
- Mestre J. P. (2002) Probing adults' conceptual understanding and transfer of learning via problem posing. *Applied Developmental Psychology* 23, 9–50.
- Mintzes, J., Wandersee, J & Novak, J. (1997). Meaningful Learning in Science: The Human Constructivist Perspective. In. G.D. Phye., Handbook of Academic Learning (San Diego, CA: Academic Press).
- Özden, Y. (2003) Öğrenme ve Öğretme (Geliştirilmiş Baskı), Pegem A Yayıncılık, Ankara.
- Pardhan, H. & Mohammad, R.F., (2005). Teaching Science and Mathematics For Conceptual Understanding? *A Rising Issue Eurasia J. Math. Sci. & Tech. Ed.*, 1(1), 1-20.
- Pfundt, H. & Duit, R. (2007). Bibliography: Students' alternative frameworks and science education, Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel.
- Pittman, K. M. (1999). Student-generated analogies: Another way of knowing? *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 1–22.
- Robertson, W. C. (2001) Teaching Conceptual Understanding To Promote Students' Ability To Do Transfer Problems, Research Matters-to the Science Teacher, National Association of Research in Science Teaching. (www.narst.org).
- Selvi, M. & Yakışan, M. (2004). Üniversite birinci sınıf öğrencilerinin enzimler konusu ile ilgili kavram yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 173–182.
- Sinan, O., Yıldırım, O., Kocakulah, M. S. & Aydın, H. (2006). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Proteinler, Enzimler ve Protein Sentezi ile İlgili Kavram Yanılgıları, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, 1–16.
- Sinan O. (2007). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Proteinler ve Protein Sentezi İle İlgili Kavramsal Anlamaları, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir
- Stencel, J. & Barkoff, A., (1993). A. Protein synthesis: Role playing in the classroom. *American Biology Teacher*, 55(2), 102–103.
- Şahin, F. (2002). Kavram Haritalarının Değerlendirme Aracı Olarak Kullanılması İle İlgili Bir Araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 18–33.

- Tekin, S., Kolomuç, A. & Ayas, A., (2004) Kavramsal Değişim Metinlerini Kullanarak Çözünürlük Kavramını Daha Etkili Öğretebilir miyim? *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 2, 85–102.
- Tekkaya, C. & Balcı, S. (2003). Öğrencilerin Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularındaki Kavram Yanılgılarının Saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fak. Dergisi*. 24, 101–107.

Ek**Kavramsal Anlama Testi**

1. Yiyecekler çok **sıcak**, çok **soğuk** ve çok **kuru** ortamlarda uzun süreli olarak saklandığında, içerisinde mikroorganizmaların üreyemedikleri görülmektedir. Bu ortamlarda mikroorganizmaların **neden** üreyemediklerini ayrı ayrı açıklayınız.

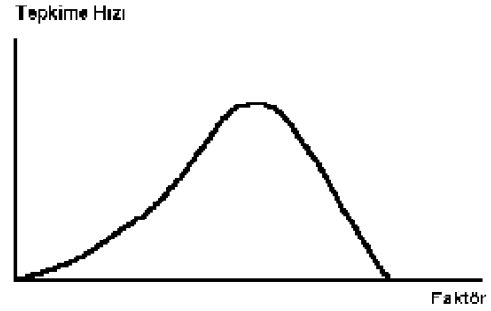
2. Enzimlerle ilgili olarak bazı özellikler aşağıda verilmiştir. Bunlardan hangileri doğrudur?

- I- Hücre dışında da etkili olabilirler.
- II- Sadece proteinden oluşabilirler.
- III- Enzimatik reaksiyonlar tersinirdir.
- IV- Enerji vererek reaksiyonu hızlandırırlar.
- V- Hepsi aynı substrata etki eder.
- VI- İnaktif halde olabilirler.

Bu özelliklerden enzimler için doğru olan ve olmayanları **nedenleri** ile birlikte açıklayınız.

3. Aşağıdaki grafik enzimatik bir reaksiyona etki eden faktörlerle ilgilidir. Y eksenini tepkime hızını gösterirken, X eksenini de reaksiyona etki eden faktörü belirtmektedir. Verilen grafiğe göre **X eksenini**:

- I- Sıcaklık
- II- Su
- III- Substrat
- IV- pH
- V- İnhibitör



faktörlerinden hangileri olabilir?

Her bir faktörün ne şekilde etki ettiğini açıklayınız (Diğer faktörler Optimumdur).