



EGS (DNR) Tabanlı Öğretimin Sindirim Süreci ve Sindirim Sistemi ile İlgili Anlama Şekillerinin Geliştirilmesine Etkisi*

Nazihan URSAVAŞ**, Sabiha ODABAŞI ÇİMER***

Öz: Bu çalışmada, Etkileşim (Duality), Gereklilik (Necessity) ve Sorgulama (Repeated Reasoning) (EGS) prensiplerine dayanan öğretim yönergesinin, sindirim süreci ve sindirim sistemi konusunun öğretim sürecine uygulanarak etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma özel durum yöntemine uygun olarak yürütülmüştür. Etkileşim basamağında 13 biyoloji öğretmen adayı ile çalışılarak anlama şekilleri elde edilmiştir. Gereklilik basamağında ise üç biyoloji öğretmen adayı ile derinlemesine uygulamalar gerçekleştirilerek hem öğretmen adaylarının anlama şekillerinde bir değişim meydana getirilmeye hem de EGS tabanlı öğretimin etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Veri toplama aracı olarak Durum Belirleme Testi, yarı-yapılandırılmış mülakat, bireysel rapor ve video kayıtları kullanılmıştır. Verilerin analizinde içerik analizi yöntemiyle temalar oluşturulmuştur. Temalara ilişkin elde edilen anlama şekilleri yeterli, yetersiz, yanlış, yüzeysel ve kavram yanılgılı kategorilerinde değerlendirilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular doğrultusunda öğretmen adaylarının sindirim süreci ve sindirim sistemi hakkında en fazla yüzeysel ve yetersiz anlama şekillerine sahip oldukları, bunu kavram yanılgılı anlama şekillerinin takip ettiği ve en az yanlış anlama şekillerine sahip oldukları belirlenmiştir. Uygulamalar sonrasında yüzeysel, yetersiz, yanlış ve kavram yanılgılı istenmeyen anlama şekillerinin yeterli anlama şeklinde değiştiği, EGS tabanlı öğretim yönergesinin öğrencilerin anlama şekillerinin değiştirilmesinde olumlu etkisinin olduğu ortaya konmuştur. Bu nedenle farklı biyoloji konularının öğretiminde veya farklı dersler kapsamında EGS tabanlı öğretime yer verilebilir.

*Bu çalışma birinci yazarın doktora tezinden üretilmiştir.

**Dr. Öğr. Üyesi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, , Orcid no: 0000-0003-2227-1015, Email: nazihan.ursavas@erdogan.edu.tr.

***Prof. Dr., Trabzon Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Orcid no: 0000-0001-7934-7768, Email: scimer@trabzon.edu.tr



Anahtar Kelimeler: EGS tabanlı öğretim, biyoloji eğitimi, sindirim sistemi, anlama şekli

The Effect of DNR Based Instruction on the Development of Ways of Understandings about Digestion and Digestive System

Abstract: In this study, the application of DNR based instruction to the teaching and learning process of the digestion and human digestive system have been investigated. The study employed the case study approach. At the Duality level, thirteen pre-service teachers' ways of understanding about digestion and digestive system were determined. Afterwards, at the Necessity level, intensive studies has been done with three of the pre-service teachers in order to both develop desired ways of understanding and reveal the effect of DNR based instruction. Knowledge Determination Test, semi-structured interviews, individual reports and video recordings were used as the data collection tools. Data were analyzed using the content analysis method and the themes were determined. The themes related to the ways of understanding were categorized as adequate, inadequate, false, superficial and misconception. According to the findings, the pre-service teachers mostly had superficial and inadequate ways of understandings about digestion and digestive system. They were followed by misconceptions and false understandings. After the teaching trajectory, the categories of inadequate, false, superficial and misconception changed to the category of adequate and DNR based instruction had positive effect on changing the ways of understandings. Consequently, it can be said that DNR based instruction can be used in teaching different biology subjects and different courses.

Keywords: DNR based instruction, biology education, digestive system, ways of understanding

Giriş

Eğitimin temel hedeflerinden biri bilgilerin ezberlenmesinden ziyade anlamlı bir şekilde öğretiminin gerçekleştirilmesidir (Atıcı ve Bora, 2004; Hakim ve Jufri, 2018). Öğrenilen bilgi ile önceki bilgi arasında doğru bir ilişki kurulursa öğrenme anlamlı ve kalıcı olabilir (Efendioğlu ve Yanpar-Yelken, 2010; Vural 2004). Anlamlı öğrenme öğrencilerin sahip oldukları bilgi ve bilişsel süreçleri başarılı bir problem çözme süreci için kullandıklarında ortaya çıkmaktadır (Hakim ve Jufri, 2018). Bu sürecin doğru bir şekilde işleminde en önemli

rolü öğretmen üstlenir (Schoon ve Boone, 1998). Çünkü, öğretmenlerin sahip oldukları bilgiler ile sınıf-içi etkinlikleri arasında bir ilişki olduğu düşünülmektedir (Brickhouse, 1990). Bilimsel bilgilerin anlamlandırılarak öğrenilmesi ve geliştirilmesinde sınıf-içi etkinliklerin yeniden gözden geçirilmesi gerektiğine dair yaygın inanış; bilginin her bir parçasının tek tek öğretilmesinden, nicelikten ziyade niteliğe, ezberlemekten ziyade anlamlandırmaya, farkında olmaktan ziyade anlamaya önem vermektedir (Mintzes, Wandersee ve Novak, 2001).

Biyoloji çok fazla bilgi içerdiği için öğrenciler tarafından ezberlenmesi gereken bir ders olarak görülmektedir (Çimer, 2004; Maskiewicz, 2006; Özatlı, 2006; Öztaş, Özay ve Öztaş, 2003; Saygın ve Salman, 2006; Tekkaya ve Balcı, 2003). Yapılan araştırmalar ilköğretimden yükseköğretime kadar her yaş grubundan öğrencinin yanı sıra öğretmen adaylarının da biyoloji ile ilgili bilgilerinde alternatif veya istenmeyen anlamalara sahip olduklarını göstermiştir (Grotzer ve Basca, 2003; Grotzer ve Perkins, 2000; Özay-Köse ve Gül, 2016; Preece ve Janvier, 1991; Prokop ve Francovicova, 2006; Tamir ve Zohar, 1992; Tekkaya, 2002; White, 2000; Yip, 1998). Bu konulardan bir tanesi vücuttaki sistemlerdir (Çimer, 2012; Lazarowitz ve Penso, 1992; Lieu, Gutierrez ve Shaffer, 2018; Odabaşı-Çimer ve Ursavaş, 2012; Sezen-Vekli ve Çimer, 2017). Sistemler konusu tıp öğrencilerinin bile en sıkıcı buldukları konulardan bir tanesidir (Bergman vd., 2013). Zor olarak algılanan sistemlerden biri sindirim sistemidir. Bunun nedeni olarak sindirim sisteminin ders kitaplarında kendi içinde izole bir şekilde anlatılması ve sistemler arası ilişkilerin zayıf olarak yapılandırılması söylenebilir (İlhan, 2012; Güngör ve Özgür, 2009). Sindirimle ilgili yapılan kavramsal çalışmalarda daha çok organlar üzerinde durulduğu ve sindirimin fizyolojisinin dikkate alınmadığı görülmektedir (Baguena ve Olivan, 2000; Banet ve Nunez, 1988; Çakıcı, 2005; Kwen, 2005; Özgür ve Çıldır-Pelitoğlu, 2008; Ramadas ve Nair, 1996; Prokop ve Francovicova, 2006). İlkokul öğrencilerinin yansırı öğretmen adayları ve öğretmenler, sindirimin farklı sistemlerle olan ilişkisini tanımlamada zorluk yaşamaktadır (Carvalho, Dantas ve Clement, 2004; Carvalho, Silva, Lima, Coquet ve Clement, 2004). Sindirim sistemi ile ilgili çalışmaların daha çok durum belirleme niteliğinde olduğu, sorunun çözümüne yönelik uygulamaların ise çok az olduğu düşünülmektedir (Baguena ve Olivan, 2000; Carvalho, Silva ve Clement, 2007; Çakıcı, 2005; Güngör ve Özgür, 2009; Ramadas ve Nair, 1996).

Bilimsel bilginin her yıl katlanarak artması, öğretim hedeflerinin gerçekleştirilmesinde araştırmacıları biyoloji öğretiminde kullanılabilecek yeni modeller için sürekli bir arayış içine sokmaktadır. Bu yöntemlerden bir tanesi Harel (1998, 2001)'in matematik eğitimi için geliştirmiş olduğu Etkileşim (Duality), Gerekliklik (Necessity), Sorgulama (Repeated

Reasoning) (EGS) prensiplerine dayalı öğretim yönergesidir. EGS tabanlı öğretim yönergesi öğrencilerin anlama şekilleri ve düşünme yollarının belirlendiği “etkileşim”, öğrenmeye karşı zihinsel ihtiyaç uyandıran problem durumlarının uygulandığı “gereklilik” ve öğrencilerde istenilen anlama şekillerinin ve düşünme yollarının sürekliliğinin sağlandığı ve bilginin içselleştirildiği “sorgulama” basamaklarından oluşur. EGS (DNR) tabanlı öğretim yönergesi öğrencilerin problem çözme yaklaşımıyla kavramsal bilgileri aşama aşama geliştirmesine yardımcı olan, hem konu alan bilgisini hem de bilişsel hedefleri bir arada bulunduran teorik bir çerçeve ve öğretimsel bir yönerge (Harel, 1998; 2001). Temelinde problem çözme olması EGS tabanlı öğretim yönergesinin biyoloji eğitimi için yeni bir öğretim modeli oluşturmada iyi bir yönerge olabileceğini düşündürmüştür (Maskiewicz, 2006; Oflaz, 2016; Oflaz, 2017; Subaşı ve Özay-Köse, 2017; Subaşı ve Özay-Köse 2019; Ursavaş ve Çimer, 2015; Yıldız ve Şengül, 2017). Çünkü öğrencilere göre EGS tabanlı öğretim birbiri üzerine eklenen ve ilişkili konulardan oluşan, beyin fırtınası yapılarak farklı çözüm yolları üzerinde durulan, öğrencilerin sürekli karşılaştıkları problem durumunu sorguladıkları, soru çözmenin zevkli ve öğrenmenin istekli olduğu bir uygulama olarak değerlendirilmiştir (Oflaz, 2017).

Öğrenmenin gerçekleşmesinde, öğretmenin ne bildiğinin ve bildiğini nasıl öğrettiğinin önemi büyüktür (Schoon ve Boone, 1998). Bu nedenle öğretmen yetiştiren kurumların öncelikle öğretmen adaylarını yeterli bilgi ve beceri ile donatmaları gereklidir. Çünkü hizmet öncesi eğitim süreci öğretmen adaylarının etkili öğretim yöntemleri ve müdahalelerle sahip oldukları alternatif kavramalardan sıyrılıp, istenilen hedeflerin kazanılmasında en etkili süreçtir (Warburton, 2008). Bu nedenle bu çalışmada Harel (1998, 2001)’in matematik eğitimi için geliştirmiş olduğu EGS (DNR) tabanlı öğretim yönergesi kullanılarak hazırlanan probleme dayalı etkinliklerin biyoloji öğretmen adaylarının sindirim süreci ve sindirim sistemi ile ilgili anlama şekillerinin geliştirilmesine etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için araştırma sürecini yönetecek iki alt problem belirlenmiştir. Bunlar;

1. Öğretmen adaylarının sindirim süreci ve sindirim sistemi hakkındaki anlama şekilleri nasıldır?
2. Öğretmen adaylarının anlama şekillerinin değiştirilmesinde EGS tabanlı öğretimin etkisi nedir?

Yöntem

Araştırmanın Deseni

Bu çalışma özel durum yöntemine uygun olarak yürütülmüştür. Özel durum çalışması sınırlı bir sistemin veya durumun birden fazla kaynaktan elde edilen içerik bakımından zengin

bilgiye sahip verilerle detaylı ve derinlemesine araştırılmasıdır (Cohen, Manion ve Morrison, 2007; Creswell, 2007). EGS tabanlı öğretim yönergesinin prensiplerinin temel alındığı çalışmanın birinci aşamasında “etkileşim” prensibine göre öğretmen adaylarının sindirim süreci ve sindirim sistemi ile ilgili anlama şekilleri ortaya koyulmuştur. İkinci aşamasında ise birinci aşamadan elde edilen anlama şekilleri doğrultusunda Gereklilik prensibine göre çeşitli problem durumları hazırlanmıştır. Bu basamak ayrıca EGS'nin uygulama basamağını oluşturmaktadır.

Katılımcılar

Çalışmanın katılımcılarını toplam 13 son sınıf biyoloji öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmanın ilk basamağı 13 öğretmen adayı ile ikinci basamağı ise 13 öğretmen adayı arasından seçilen 3 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Öğretmen adaylarının belirlenmesinde gönüllülük esasının yanı sıra dersi veren öğretim elemanının görüşleri, öğretmen adaylarının testlerdeki sorulara vermiş oldukları cevaplar, mülakatlar sırasında tartışmaya açık oluşları ve grupla çalışmaya yatkınlıkları belirleyici olmuştur. Bu aşamaya katılan öğretmen adayı sayısının üç ile sınırlı olmasına mevcut zaman, imkânlar ve verilerin derinlemesine ele alınarak analiz edilmesi göz önüne alınarak karar verilmiştir. Etik kabul yönetmeliğine uymak, bireylerin gizliliğini ve anonimliğini sağlamak ve yarı-yapılandırılmış mülakatlar ile uygulamaları birbirinden ayırmak için ilk aşamadaki öğretmen adaylarına Ö.1, Ö.2, ..., Ö.13 şeklinde kodlar; ikinci aşamadakilere cinsiyetleri gözetilerek Asuman, Barış ve Çiğdem rumuzları verilmiştir.

Veri Toplama Aracı

Öğretmen adaylarının anlama şekillerinin belirlenmesinde Durum Belirleme Testi (DBT) ve yarı-yapılandırılmış mülakatlar kullanılmıştır. DBT'de 10 soru (Örneğin; *Yiyeceklerle alınan fazla glikozun vücut içerisindeki homeostazisi nasıl sağlanır, açıklayınız? Besinleri ağız yoluyla almak yerine çok küçük parçalar halinde damar yoluyla alsaydık, bu nasıl gerçekleşirdi ve ne gibi sonuçlar doğururdu?*) yer almaktadır. Soruların hazırlanmasında ölçme değerlendirme alanında uzman bir biyoloji eğitimcisi, alanında uzman bir biyolog, bir biyoloji öğretmeni, doktorasını EGS tabanlı öğretim üzerine yapmış alan uzmanı bir biyolog ve yine EGS tabanlı öğretim konusuna hâkim alan uzmanı bir başka biyologdan uzman görüşü alınmıştır. DBT'de yer alan sorular; sindirim süreci ve sindirim sistemi konularını ölçebilirliği, öğrencilerin seviyesine uygunluğu, soruların anlaşılabilirliği bakımından değerlendirilmiştir. Bu incelemeler neticesinde alan uzmanları testte yer alan açık uçlu soruların Sindirim Süreci ve Sindirim Sistemi konusunu kapsamlı bir şekilde ele alacak şekilde hazırlandığı, öğretmen



adaylarının bilgilerini ölçebilmek amacına uygun olduğu ortak görüşüne varmışlardır. Yarı-yapılandırılmış mülakat soruları öğretmen adaylarının yazarak ifade edemedikleri durumları sözel olarak daha derinlemesine ortaya çıkarmak için DBT’de yer alan sorular paralelinde oluşturulmuştur. Uygulama aşamasında öğretmen adaylarının bireysel raporları, grup tartışmaları ve grup sözcüsünün sunumları dikkate alınmıştır. Öğretmen adaylarının bireysel raporları, grupla tartışma yaptıktan sonra edindiği kazanımları kendi cümleleriyle ifade edebilme ve gerçekten bu konuyla ilgili anlamalarını organize edebilmesi açısından önemlidir. Bunun yanında her grup sözcüsünün grup sonuçlarını açıklaması ile gruplar arası etkileşim ve farklı düşüncelerin doğru ve yanlış noktasında elde edilmesi sağlanmıştır. Sonuç olarak bu veri toplama araçlarıyla öğretmen adaylarının sindirim süreci ve sindirim sistemi hakkındaki anlama şekillerinin daha derinlemesine ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Bireysel raporlar öğretmen adaylarının varılan sonucun kendi cümleleri ile yazarak raporlaştırılmasından oluşurken, grup tartışmaları ve grup sözcüsünün sunumları masalara koyulan ses kayıt cihazı ve video kaydı ile tutulmuştur. Video ve ses kayıtları öğrencilerin raporlarında yazdıkları ifadeleri anlamlandırmada ve bu sonuca nasıl vardıklarını belirlemede yardımcı kaynak olarak dikkate alınmıştır.

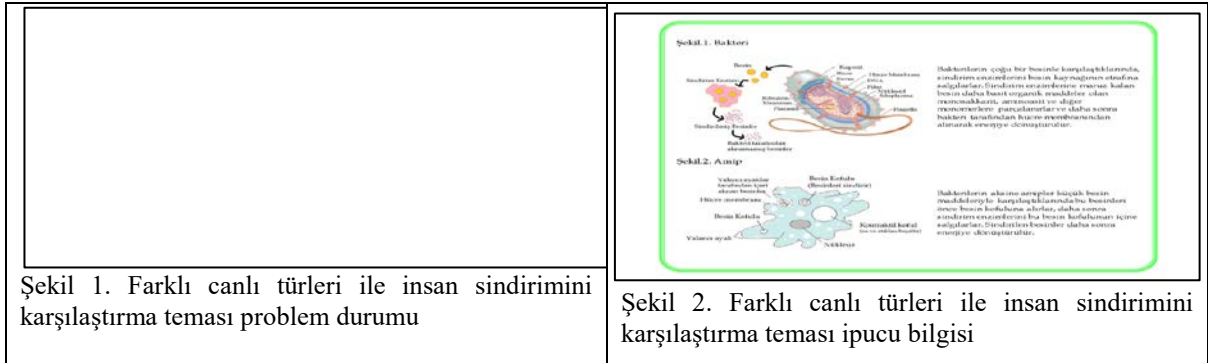
Etkinliklerin Geliştirilmesi ve Uygulanması

Bu çalışmadaki etkinliklerin hazırlanmasında araştırmacı üç ay süre ile YÖK-Yurtdışı Araştırma Bursu kapsamında, Kaliforniya Üniversitesi, San Diego (University of California, San Diego)’da, EGS tabanlı öğretim yönergesini geliştiren Prof. Dr. Guershon Harel, biyolojideki ilk uyarılma çalışmasını gerçekleştiren Dr. April Maskiewicz ve EGS tabanlı öğretim yönergesine hâkim olan Dr. Gabriele Wienhausen’dan eğitim ve danışmanlık almıştır. Bu eğitim ve danışmanlık sürecinde araştırmacı her hafta danışmanlarla yüz yüze gerçekleştirdiği toplantılar ile etkinliklerini hazırlama ve yine danışmanların dönütleri doğrultusunda geliştirme imkanına sahip olmuştur.

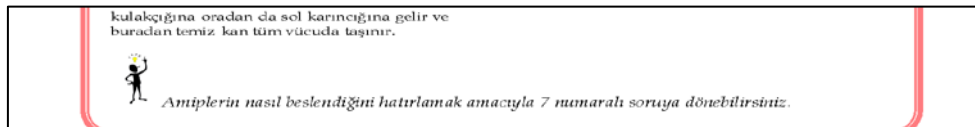
Etkinliklerin hazırlanmasında DBT ve yarı-yapılandırılmış mülakat verileri ile literatürde bu konu ile ilgili yer alan anlama şekilleri belirleyici olmuştur. Literatürde yer alan öğrencilerin alternatif anlamaları ile DBT ve yarı-yapılandırılmış mülakatlar sonucu öğrencilerin sahip oldukları yanlış anlamalar, yetersiz anlamalar veya kavram yanılgıları tespit edilerek etkinliklerin oluşturulmasında temel alınmıştır. Ayrıca etkinliklerin geliştirilmesinde Piaget’nin dengesizlik kuramından yararlanılmıştır. Böylece öğrenme, içsel karışıklıktan

kaynaklanan bir dizi denge ve dengesizlik döngüsünde ortaya çıkacak ve grup içi etkileşimlerle pekişecektir.

Elde verilerin analiz edilmesiyle anlama şekilleri beş tema altında toplanmıştır ve bu temalara ilişkin dokuz etkinlik geliştirilmiştir. Her etkinliğe *Şeker Seven Karıncalar*, *Kıymatik*, *Enzimler Nerede?*, *Sindirim Hangi Tüpte?* gibi isimler verilmiş ve her etkinlik için farklı renk tasarımlar kullanılmıştır. Böylece öğretmen adaylarının etkinlik ismini okurken merak duymaları, görsel olarak da öğrenme sürecinden zevk almaları ve ilgi duymaları sağlanmaya çalışılmıştır. Çalışmada yer alan her etkinlik iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde öğretmen adaylarının soruları çözmek için zihinsel ihtiyaç duyacağı bir problem durumu bulunmaktadır. Problem durumu, çeşitli açıklamaların veya senaryoların bulunduğu bir metnin sonunda yer almaktadır (Şekil 1). İkinci bölümde bu probleme cevap verebilmek ve istenen anlama şeklinin geliştirebilmesi amacıyla yönlendirici ama bir yandan da sorunun cevabını vermeden ipucu sağlayacak bilimsel bilgiler yer almıştır (Şekil 2).



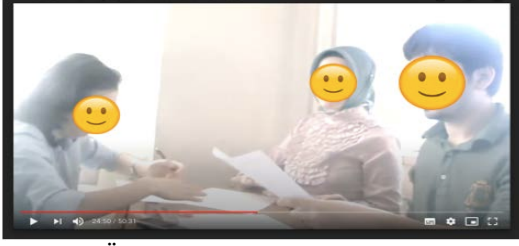
Etkinlikler sindirim sürecinin farklı temalarına ilişkin hazırlanmış olsa da, konular arası bağlantının ve öğretmen adaylarının bilgilerinin devamlılığının sağlanması amacıyla birbirini tamamlayıcı olmalarına, etkinlikler arasında geriye dönük geçişler yapılarak bilgilerin hatırlanır olmasına ve pekiştirilmesine dikkat edilmiştir (Şekil 3).



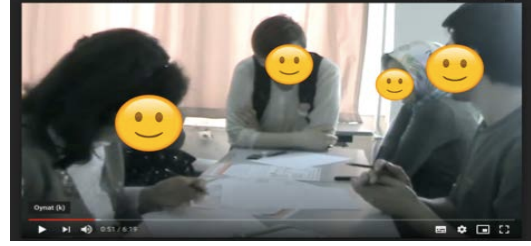
Şekil 3. Sekiz no'lu etkinlik ile yedi no'lu etkinliği ilişkilendirme

Etkinliklerin uygulama süreci 5 hafta sürmüştür. Uygulamalar 3-5 kişilik gruplardan oluşan bir sınıf içerisinde gerçekleştirilmiştir. Kamera kaydı yalnızca verilerin toplanacağı 3 kişilik bir grup için tutulurken, tüm gruplara ses kayıt cihazı yerleştirilmiştir. Uygulama aşamasında tüm grup bireylerine birer etkinlik kâğıdı dağıtılmıştır. Öğretmen adaylarına metni

okumaları, problemi anlamaları, çözüm için tartışmaları ve bir sonuca varmaları noktasında yaklaşık 15-30 dakika arasında değişen ve öğretmen adaylarının kendilerini hazır hissedebilecekleri kadar süre tanınmıştır (Görsel 1). Bu süre içerisinde araştırmacı araştırma grubunun yanı sıra tüm grupları ziyaret ederek nasıl bir çözüm yolu izlediklerini ve nasıl bir sonuca vardıklarını gözlemlemiştir. Bu ziyaretlerde, anlaşılmayan noktalar varsa aydınlatılmış veya sorunun cevabı doğrudan verilmeden, doğru yola ulaşmalarını sağlayacak ek sorularla rehberlik edilmiştir (Görsel 2).



Görsel 1. Öğretmen adayları tartışıyor



Görsel 2. Araştırmacı çalışma grubunu dinliyor

Son olarak her gruptan bir sözcü çözümlerini açıklayarak bulunan cevaplar tüm sınıfla paylaşılmıştır. Böylece öğretmen adayları cevap doğru ise farklı yolları, yanlış ise hataları görme şansı elde etmişlerdir. Bu süreçte tüm sözcüler kamera kaydına alınmıştır.

Verilerin Analizi

Öğretmen adaylarının uygulamalardan önce sahip oldukları anlama şekillerinin belirlenmesi amacıyla DBT ve yarı-yapılandırılmış mülakat kullanılmıştır. Yarı-yapılandırılmış mülakatların birebir yazılmasının ardından DBT ile birlikte içerik analizi yöntemine göre analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda temalar ve anlama şekilleri elde edilmiştir. Tablo 1’de Ö1’e ait DBT ve mülakatlardan elde edilen cevapların kategorilere göre organizasyonuna yer verilmiştir. Bunun yanında elde edilen her bir tema içerisinde öğretmen adaylarının sahip oldukları anlama şekilleri yeterli, yüzeysel, yetersiz, yanlış ve kavram yanılgılı olarak 5 kategori altında toplanmıştır. Bu kategorilere göre eğer öğretmen adayı soruları fazla derine inmeden, kısa kısa cevaplarla geçiştirmişse yüzeysel; bilimsel ve doğru cevap vermişse fakat açıklaması eksikse yetersiz, yanlış ve konuyla çok da alakası olmayan bir cevap vermişse yanlış, vermiş olduğu cevaplarda alternatif kavramlar yer alıyorsa kavram yanılgılı, tam ve bilimsel bir açıklama yapmışsa yeterli olarak tanımlanmıştır. Kategorilerin oluşturulmasında Çoban ve Ergin (2008) ve Morgil ve Yörük (2006)’ün çalışmalarından faydalanılmıştır.

Tablo 1. Sindirim süreci ve insanda sindirim sistemine ilişkin temalar

Öğren ci/ soru	Sindirim Sistemindeki Organlar	Sindirim Süreci	Sindirim Çeşitleri	Sistemler arası ilişkilerle	Farklı canlı türleri ile
----------------------	--------------------------------------	-----------------	-----------------------	--------------------------------	-----------------------------

						insan sindirimi
Ö.1	Fazla glikoz karaciğerde depolanır, ihtiyaç anında tekrar glikoza dönüştürülür, hücreye gönderilir.	Besinler ağız yoluyla alınır ve ilk olarak mekanik sindirime uğrar. Besinler önce mekanik sindirime uğrar sonra kimyasal sindirime uğrar. En fazla enerjiyi yağ, sonra kh en son protein verir. Kh ağızda başlar ib de sona erer. Yağlar lipazla 3 yağ asidi+gliserol olur. Yağ ib de başlar ibde sona erer. Protein aa+su olur. Protein midede başlar, ibde sona erer. Vitamin sadece mekanik sindirilir, kimyasal olmadan kana geçer. Khnın sindirimi daha kolaydır. Yağ>kh>protein.	Besinler önce mekanik sindirime uğrar sonra kimyasal sindirime uğrar. Bakteri hücre dışı sindirim yapar. İnsan ve bakteri ikisi de sindirim yapar ama insan hücre içi bakteri hücre dışı.	Besinler direkt kana verilirse hücrelere ulaşması zordur. Besinlerdeki bazı zararlı maddeler ve yiyecekler daha kolay geçer.	Bakteri ve amipte sindirim organı yoktur. Bakteri hücre dışı sindirim yapar. İnsan ve bakteri ikisi de sindirim yapar ama insan hücre içi bakteri hücre dışı.	

*KH: Karbonhidrat, AA:Aminoasit, İB: İncebağırsak

Öğretmen adayları uygulamalar esnasında video ve ses kayıtları ile kayıt altına alınmıştır. Bu, araştırmacıya veri kaybının önlenmesinde yardımcı olmuştur. Araştırmacı ses ve video kayıtlarını birlikte ele alarak tek bir yazılı doküman elde etmiştir. Böylece hangi konuşmanın kime ait olduğu, kimin nerede zorlandığı, zorluk yaşanan kısımlarda nasıl bir davranış içinde oldukları, kimler arasında tartışmaların gerçekleştiği belirlenmiştir. Buna göre transkriptten elde ettiği bir anlama şeklini, bireyin raporunda da kontrol ederek nasıl anlamlandırdığına ve o sonuca nasıl vardığına ulaşmıştır. Verilerin geçerliliğinin sağlanmasında alanında uzman iki biyoloji eğitimcisi ve bir biyoloji öğretmeninden uzman görüşü alınmıştır. Verilerin kodlama güvenilirliği için iki kodlayıcı tarafından veriler bağımsız olarak analiz edilmiştir. Daha sonra yapılan analizler için iki kodlayıcı bir araya gelerek öne çıkan kod ve kategorileri incelemiştir. Bu bağlamda araştırmacıların kategorilerinin ne kadar tutarlı olduğunu belirlemek için kodlama güvenilirliğine bakılmıştır. Kategorilerin uyum oranı indeksi kullanılarak kodlama güvenilirliği hesaplanmıştır. Bu şekilde hesaplanan uyum oranı kullanılarak kodlayıcılar arasındaki tutarlılık değeri 0,92 bulunmuştur. Hem fikir olunmayan kodlamalar ise müzakere edilerek çözülmüştür.

Bulgular

Çalışmadan elde edilen veriler alt problemler çerçevesinde iki başlık halinde aşağıda sunulmuştur.

1. Öğretmen Adaylarının Anlama Şekilleri

Öğretmen adaylarının tüm temalara yönelik sahip oldukları anlama şekilleri ve bu anlama şekillerinin yer aldığı kategoriler Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Öğretmen Adaylarının Tema ve Kategorilere Göre Anlama Şekilleri

Temalar	Kategoriler			
	Yetersiz	Yüzeysel	Kavram yanlışlığı	Yanlış
Organlarla ilgili anlama şekli	*Organların en bilinen görevlerine odaklanma	*Vücuttan bir organ çıkarılırsa eksiklik olur, hayat tehlikeye girer, yaşam kalitesi düşer.	*Karaciğer ve safra kesesinin görevleri karıştırılıyor.	
Sindirim süreci ile ilgili anlama şekli		*Sindirim bir organda başlar, başka bir organda son bulur.	*Sindirim=kimyasal sindirim *Enerji sağlama bakımından besinler; Yağ > KH > Protein	
Sindirim çeşitleri ile ilgili anlama şekilleri	*İnsan hem hücre içi hem de hücre dışı sindirim yapar		*Mekanik sindirim önce, kimyasal sindirim sonra gerçekleşir. *Ağızda yalnızca mekanik sindirim gerçekleşir. *İnsan hücre içi sindirim yapar.	
Sistemler arası ilişkilerle ilgili anlama şekilleri	*Doğrudan damara verilen besinler sindirilmediği için damarları tıkar. *Besinler sindirilmediği için hücrelere geçemez. *Besinler damar yoluyla verilirse denge bozulur. *Zararlı maddeler kana daha kolay geçer.	*Sindirim sistemi dolaşım sistemiyle ilişkilidir. *Sindirim sistemi solunum sistemiyle ilişkilidir.		*Tat alma duyusundan yoksun kalma. *Mitokondrinin görevini karıştırma
Farklı canlı türleri ile insan sindirim sisteminin karşılaştırılması ile ilgili anlama şekilleri	*İnsanlarda sindirim organları bulunur. *Her üç canlı besinleri sindirme açısından benzerdir. *İnsanda sindirim için özel organ yapıları vardır. *İnsan ve amip hücre dışı sindirim yapar. *Bakteri ve amip mekanik sindirim yapamaz, insan yapar.	*İnsan diğer canlılardan daha karmaşık yapıya sahiptir.		*İnsan ve bakteri ökaryot canlıdır.

*KH: Karbonhidrat

Öğretmen adaylarının sindirim sistemindeki organlarla ilgili anlama şekilleri üç kategori altında toplanmıştır. Bunlar yüzeysel, yetersiz ve kavram yanlışlığıdır. Öğretmen adaylarının bu üç anlama şekline yönelik örnek ifadeler aşağıda sunulmuştur.

İnce bağırsak ve mide olmazsa vücuda besin alamayız. Aldığımız besinleri sindiremeyiz, hayati işlem biter (Ö.3). (Yüzeysel anlama şekli)

İncebağırsak besinlerin sindirimlerinin tamamlandığı yer olduğundan ince bağırsağı alınmış bir kişide sindirim tam anlamıyla tamamlanamaz (Ö.5). (Yetersiz anlama şekli)

Safra kesesi yağların sindiriminden sorumludur. Olmaması enerji eksikliği ve bununla beraber su ve ısı eksikliğinin oluşması demektir (Ö.6). (Kavram yanlışlığı anlama şekli)

Öğretmen adaylarının “Sindirim Süreci” ile ilgili anlama şekilleri yüzeysel ve kavram yanlışlığı olmak üzere iki kategori altında toplanmıştır. Öğretmen adaylarının yüzeysel anlama şekline örnek olarak “*Yağlar ağız ve midede sindirilmez, safrada başlar sindirimi. Proteinler ilk olarak midede başlar ve safrada sindirimleri devam eder (Ö.8)*” şeklinde açıklama yapılmıştır.

Öğretmen adayının konu ile ilgili mülakatta yapmış olduğu açıklamalar ise aşağıdaki gibidir.

Araştırmacı: Yağlar ağız ve midede sindirilmez, safrada başlar sindirimi demişsin, bunu biraz açabilir misin?

Ö.8. Yani şöyle düşündüm onu mesela besin yağı aldığımızda, midede sindirimini olmadığını hatırladım ki, hani ince bağırsak, safra o şekilde.

Araştırmacı: İnce bağırsaktan safraya geçiyorlar.

Ö.8. İncebağırsak emilim yeri.

Araştırmacı: O zaman buraya yanlış mı yazdın? “Yağlar ağız ve midede sindirilmez, safrada başlar” demişsin.

Ö.8. Yani incebağırsakta emilim oluyor. İnce bağırsağa safra salgılıyor o şekilde sindirim oluyor.

Sindirim süreci ile ilgili olarak öğretmen adaylarının sahip olduğu bir diğer anlama şekli ise kavram yanlışlığı anlama şeklidir. Kavram yanlışlığı anlama şekline yönelik örnek ifade aşağıda sunulmuştur.

Büyük besinler ağızda dişler tarafından önce mekanik olarak parçalanır. Karbonhidratların sindirimi ağızda tükürük salgısıyla birlikte gerçekleşir. Yemek borusu ve farinkste bir miktar daha o sıvıda çözünme olur. On iki parmak bağırsağın bulunduğu bölgede ve incebağırsakta sindirimi devam eder. Yağların sindirimi ise on iki parmak bağırsağa gelen lipaz enzimi olur. Proteinlerin sindirimi ise; midede pepsin enzimi ile olur (Ö.6).

Öğretmen adaylarının kavram yanlışlığı bir diğer anlama şekli ise besinleri verdikleri enerji miktarına göre “yağ> karbonhidrat >protein şeklinde sıralamalarıdır.

Bu anlama şekline ilişkin Ö.1.kodlu öğretmen adayı ile yapılan mülakat aşağıdaki gibidir.

Araştırmacı: En fazla enerjiyi yağlar, sonra karbonhidratlar en son proteinler verir diye yazmışsın, neden?

Ö.1. Yağlar hani yakıldıklarında daha fazla su açığa çıkar. Ona göre de proteinler genelde yapıcı olarak kullanılıyor. Vücutta genelde yapıcı, onarıcı, düzenleyici. O yüzden hani.

Araştırmacı: Enerji olarak kullanılmıyorlar mı?

Ö.1. Enerjide çok ihtiyaç... En çok yağlar kullanılıyor, proteinlerde ihtiyaç halinde kullanılıyor. Çünkü vücudumuzun çoğu protein, proteine ihtiyacı var. Enerji olarak protein kullanılırsa hani artık yapısal şeylere protein kalmaz diye düşünüyorum. O yüzden enerji olarak en az.

Öğretmen adaylarının sindirim çeşitleri ile ilgili anlama şekilleri yetersiz ve kavram yanlış kategorisi altında toplanmıştır. Öğretmen adayları insan sindiriminin hem hücre içi hem de hücre dışı olarak gerçekleştiğini ifade eden yetersiz anlama şekline sahiptir. Bu duruma örnek olarak öğretmen adayları midede gerçekleşen sindirimin hücre dışında gerçekleştiği bilgisine sahiptir ancak bundan sonra besinlerin hücre içine geçtiği için orada gerçekleşen olayları da hücre içi sindirim olarak ifade etmiştir.

Midede sindirim enzimleri vücut boşluğuna salınır, besin parçalanır ve sonra da kana emilip taşınır ve hücre içine alınır. Biz hücre içi sanıyoruz bazı şeyleri ama öyle değil. Mideye attığımız için yine hücre dışı sindirim oysaki. Orası çünkü vücut boşluğu. Bazı sekonder moleküller var, onlar hücre içine girebiliyor. İçeride parçalanıyor. Zarlarından geçen molekülleri lizozomda hücre içinde sindirmeleri hücre içi sindirimdir. (Ö.6)

Öğretmen adayları (Ö.1, Ö.3, Ö.6, Ö.7, Ö.8, Ö.11, Ö.12) mekanik ve kimyasal sindirimi, birbirini takip eden ve önce mekanik, sonrasında ise kimyasal sindirimin gerçekleştiği süreçler olarak tanımladıkları kavram yanlış anlama şekline sahiptirler.

Alınan besinler ilk önce mekanik sindirime, sonra kimyasal sindirime uğrar, sonra emilim meydana gelir. (Ö.12)

Ağız yolu sindirimin başlangıcında yer alır. Ana hatları ile mide ve bağırsaklarla devam eder. Bu yolda besinler mekanik olarak sindirimden sonra enzimler ile de daha küçük moleküller düzeyde parçalara ayrılarak gerekli olanlar vücutta kalırken, gereksiz kısımlar atılır. (Ö.7)

Öğretmen adaylarının “Sistemler Arası İlişkilerle” ilgili anlama şekilleri yetersiz, yüzeysel ve yanlış kategorileri altında toplanmıştır. Öğretmen adayları (Ö.2, Ö.7, Ö.8, Ö.9) besinlerin damardan verilmesi halinde damarları tıkayacağı veya dolaşıma engel olacağı yönünde yetersiz bir anlama şekline sahiptir. Ö.7, DBT’de bu durumu şu şekilde açıklamıştır.

Damar yoluyla verirsek öncelikle besinler gerekli olan düzeyde sindirime uğramazdı. Normalde kana en küçük birimlerin geçmesi gerekir. Bu durumda direkt olarak besinin kendisi gelecektir. Hatta bu maddeler kan akışına engel olarak dolaşımı da engelleyecektir. (Ö.7)

Öğretmen adayları sindirim sistemini daha çok dolaşım ve solunum sistemi ile ilişkilendirdiği yüzeysel anlama şekline sahiptir. Ö.6 bu anlama şeklini aşağıdaki gibi ifade etmiştir.

Alınan besinler önce mide ve ince bağırsakta kan kılcallarına geçebilecek büyüklükte parçalandıktan sonra bu organların etrafındaki kan kılcallarıyla kana geçer (Ö.6).

Öğretmen adayları sindirim sistemini solunumla ilişkilendirirken, mitokondrinin bu süreçteki görevine dikkat çekmişlerdir. Ancak sunmuş oldukları açıklamalar sahip oldukları anlama şeklinin yanlış kategorisinde değerlendirilmesine neden olmuştur.

Alınan besinler sindirime uğradıktan sonra kan yoluyla hücrelere verilir. Hücrelerde bir takım işlevlerden geçtikten sonra enerjiye dönüşürler. Mitokondri solunum yapabilmesi için glikoza ihtiyaç duyar (Ö.2).

Tüm besinler monomerlerine ayrıldıktan sonra doğrudan mitokondri içerisine giremez. Örneğin, karbonhidratların mitokondri içine girebilmesi için önce sitoplazmada glikoliz sonucu piruvata dönüşmesi gereklidir.

Öğretmen adaylarının “Farklı Canlı Türleri ile İnsan Sindirimini Karşılaştırma” ile ilgili anlama şekilleri yüzeysel, yetersiz ve yanlış kategorisinde sınıflandırılmıştır.

Öğretmen adayları açıklamalarını yaparken insanların “*daha karmaşık bir yapıya sahip olması*” gibi yüzeysel anlama şekline sahiptir. Ö.4 ile yapılan mülakatta insan, amip ve bakteri sindirimini karşılaştırması istenmiştir.

Ö.4. Bakteri ve amip tek hücreli canlılardır. İnsanlar ise çok hücreli canlılardır. Bakteri ve amipte basit bir sindirim vardır. İnsanda ise kompleks bir sistem bulunur.

Öğretmen adayları (Ö.1, Ö.2, Ö.3, Ö.4, Ö.7, Ö.8) insanlarda organların olması şeklinde sahip olduğu anlama şekilleri nedeniyle diğer canlılardan farklılık gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Bu bilgi doğrudur ancak yapılan açıklama yetersizdir. O nedenle bu anlama şekli yetersiz olarak değerlendirilmiştir. Çünkü organların varlığı bu farklılıklardan yalnızca bir tanesini oluşturmaktadır.

İnsan ökaryot bir canlıdır. Bakteri ve amip prokaryot canlılardır. Amip besinlerini endositoz, fagositoz yolu ile alır hücre çeperiyle. Bakteri besinlerini sil, kamçı hücre çeperiyle alır. İnsanda ise sindirim için özel organ yapıları vardır. (Ö.8)

Bir diğer anlama şekli ise yanlıştır. Bu anlama şekline örnek olarak Ö.3, insan ve bakterinin ökaryot hücreye sahip olduğunu ifade etmiştir. Oysa bakteri prokaryot bir canlıdır ve bu nedenle burada yanlış bir anlama şekli söz konusudur.

Araştırmacı: Bakteri ve insanın herhangi bir benzerliği var mı?

Ö.3. Ökaryot hücre olması mesela.

Araştırmacı: Sindirim açısından düşünürsek...

Ö.3. Her ikisi de besinlerini alıyor, parçalıyor.

Araştırmacı: Sindirim çeşidine göre düşünürsek bir benzerlik var mı?

Ö.3. Mekanik ve kimyasal sindirim.

Araştırmacı: İkisinde de var mı?

Ö.3. Evet

Araştırmacı: Peki, amiple ne benzerliği olabilir?

Ö.3. Amip tek hücreli. Mekanik sindirim olması, besinlerin parçalanması.

Tablo 1'den de anlaşılacağı üzere, belirlenen temalara yönelik olarak öğretmen adaylarının sahip oldukları anlama şekilleri kategoriler açısından ele alındığında, öğretmen adaylarının en fazla yüzeysel ve yetersiz anlama şekillerine sahip oldukları, bunu kavram yanlışlığı anlama şekillerinin takip ettiği en az ise yanlış anlama şekillerine sahip oldukları belirlenmiştir.

2. EGS Tabanlı Öğretimin Anlama Şekillerindeki Gelişime Etkisi

Bu bölümdeki bulgular çalışmanın ikinci alt problemini cevaplamak için ikinci basamağı oluşturan uygulama aşamasından elde edilmiştir. Her bir öğretmen adayının sahip olduğu anlama şekilleri derinlemesine ele alınmıştır. Asuman'ın anlama şekillerinde meydana gelen değişim Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. Asuman'ın anlama şekillerinde meydana gelen değişim

Anlama Şekilleri (Önce)	Anlama Şekilleri (Sonra)
*Sindirim sistemindeki organlar birbirinden bağımsız hareket ederler.	*Sindirim sistemindeki organlar birbiriyle uyum içindedir.
*Sindirim=Kimyasal sindirim	*Sindirim hızı yüzey alanı ile doğru orantılıdır, bir süre sonra sabitlenir.
*Besinlerin sindirimi bir noktada başlar bir başka noktada son bulur.	*Enzimler protein yapısında oldukları için sindirilirler.
*İki çeşit sindirim vardır.	*İnsanlar hücre dışı sindirim yaparlar, hücre içi sindirim yapmazlar.
*Sindirim ile solunum ilişkilidir.	*Fiziksel olarak sindirilen besinler amipler için işe yarar çünkü amipler hücre içi sindirim yaparlar.
*Kanın sindirim ile ilişkisi yok, sadece sindirileni taşır.	*Fiziksel olarak sindirilen besinler insanlarda damarları tıkar.
*Besinler damardan verilirse bireyin dengesi alt üst olur.	*İnsandaki mide içinde gerçekleşen sindirim hücre dışı sindirimdir.
*İnsan ve amip besinleri alma açısından benzerdir.	*İnsandaki mide amipteki besin kofuluna benzer; insan sindirim enzimlerini mideye gönderir, amipse besin kofuluna.
*İnsan ve bakteri kendileri için gerekli besini alıp kullanabileceği hale getirme bakımından benzerdir.	



Asuman uygulamalar öncesinde organlarla ilgili yapmış olduğu açıklamalarda doğru bilgiler sunmuş olsa da “İnce bağırsakta yağ sindirimi olacağına göre bu aksar” gibi organların yalnızca tek bir görevine odaklanılan, organların birbiri ile bağlantılı olduğunu ifade etse de bu bağlantının tam olarak nasıl olduğu açıklanmayan ve genelde birer cümle ile geçirilen ifadeler yer vermiştir.

Asuman'ın uygulamalar sonrasında anlama şekillerinde bir gelişme sağlanmıştır. Uygulama öncesinde birer cümle ile yaptığı açıklamalar yerini ayrıntılı açıklamalara bırakmıştır. Ayrıca açıklamalarını yaparken kanıtlayıcı ifadeler kullanmıştır.

Mide besinleri geçici de olsa depolar. Bu sayede doygunluk hissi oluşur. Kişinin sürekli besin alması engellenmiş olur. Yağlara baktığımız zaman yağ sindirimi midede hiç yok, sadece ince bağırsakta olduğuna göre midenin asıl görevinin depolama olduğunu söyleyebiliriz. Sindirimin tamamlanma sürecinin incebağırsakta gerçekleştiği bilgisi de bunu destekler (bireysel rapor).

Asuman uygulama öncesinde sindirimi mekanik ve kimyasal sindirim olarak ayrı ayrı ifade etse de, “*Protein sindirimi ağızda olmaz, mideye geçer ve incebağırsata son bulur*” şeklindeki açıklaması onun kimyasal sindirime odaklandığını göstermektedir.

Uygulama sonrasında ise besinlerin sindirim sürecinin nerede başlayıp nerede bittiğinden ziyade tüm süreci bütüncül bir yaklaşımla ele almıştır.

Yüzey alanı, artan substrat sayesinde, sindirim hızıyla doğru orantılı olarak artar. Substrat yoğunluğu da fiziksel parçalanma ile önce artacak, daha sonra hem parçalanmış yapıların miktarının hem de safra kesesinin belli olan hacmine depolanan tuzun miktarının sabit olmasından dolayı, artan sindirim hızı bir süre sonra sabitlenecektir.

Asuman uygulama öncesinde hücre içi ve hücre dışı sindirimden hiç bahsetmemiştir. Ancak uygulama sonrasında arkadaşlarıyla yaptığı tartışmalar sonrasında istenilen anlama şekline ulaştığı söylenebilir.

Biz besini aldığımızda ağızımızda bir kısım sindiriyoruz. Nereye göndereceğiz? Direkt hücreye monomer halinde girecek. Hücreye monomer halinde giriyorsa, demek ki bu hücrenin dışında parçalanıyor demektir.

Asuman sindirim sisteminin solunumla ilişkili olduğunu ancak dolaşım ile ilişkili olmadığını düşünmektedir. Damardan verilen besinlerinse bağışıklık sistemini harekete geçirmesinden ziyade damarları tıkayacağını belirtmiştir.

Kanın sindirimle hiç alakası yok ki, sadece sindirilmiş olanı taşıma görevi var. Besinler damara doğrudan verilirse, damar yapısı küçük olduğu için alamaz. Besinlerin damardan verilmesi bireyin dengesini alt üst eder.

Uygulama sonrasında Asuman'ın besinlerin damardan verilmesi ile ilgili anlama şeklinde istenilen değişim gerçekleşmemiştir.

Vücuda fiziksel olarak ne kadar küçültülmüş besin verirseniz verin, vücutta bu besin sadece dolaşır ki bünye bu dolaşımı da gerçekleştiremeyecek ve bir süre sonra vücutta çeşitli organ ve damarlarda tıkanma gerçekleşecektir. Ayrıca besin yabancı olarak algılanacağı için savunma hücrelerine de maruz kalır.

Bu etkinlik sonrasında her ne kadar Asuman istenilen anlama şeklini geliştiremese de, daha önceki etkinlikte edindiği bilgileri burada kullanabilmiştir. Asuman “Kıymatik” isimli aletin amiplerde işe yarayacağını çünkü onlarda hücre içi sindirim gerçekleştiğini belirtmiştir.

Asuman, insan ve amibi besin alma, insan ve bakteriyi ise besini alıp kullanabilir hale getirme bakımından benzer olduklarını düşünürken, uygulama sonrasında bu benzerlikleri daha bilimsel olanlarla değiştirmiştir. Asuman’ın uygulamalar sonrasında amipte yer alan besin kofulunun insanda bulunan mide ile benzer şekilde depo yapabileceği anlama şeklini geliştirmiştir.

Asuman’ın uygulama öncesi anlama şekilleri; organlarla ilgili yüzeysel; sindirim süreci ile ilgili yüzeysel ve kavram yanlış; sindirim çeşitleri ile ilgili yetersiz; sistemler arası ilişkilerle ilgili yüzeysel ve kavram yanlış ve farklı canlı türleri ile insan sindirimini karşılaştırmada yetersiz ve kavram yanlış iken uygulama sonrasında sırasıyla yeterli, yeterli, yeterli, yetersiz ve kavram yanlış ve son olarak yeterli olarak değişmiştir.

Barış’ın anlama şekillerinde meydana gelen değişim Tablo 5’de sunulmuştur.

Tablo 4. Barış’ın Anlama Şekillerinde Meydana Gelen Değişim

Anlama Şekilleri (Önce)	Anlama Şekilleri (Sonra)
*Organlardan herhangi biri çıkarılırsa yaşam fonksiyonlarında bir sorun çıkar.	*Sindirim sistemindeki organlar birbiriyle ilişkilidir.
*Yağ sindiriminde safra kesesi ve pankreas görev alır.	*Karaciğer olmazsa safra olmaz ve yağların sindirimi olmaz.
*Mide sadece sindirim yapar.	*Yağ sindiriminde karaciğer ve pankreas görev alır.
*Sindirim=kimyasal sindirim	*Mide depolama yapar ve doyumluk hissi oluşturan reseptörleri vardır.
*Besinlerin sindirimi bir noktada başlar, bir noktada sonlanır.	*Karaciğer olmazsa safra olmaz ve yağların sindirim hızı düşük olur.
*Dört çeşit sindirim vardır.	*Sindirim sürecine substrat konsantrasyonu, yüzey alanı, sıcaklık ve pH etki eder.
*İnsan hücre dışı sindirim yapar.	*Enzimler protein yapısında oldukları için sindirilirler.
*Mekanik sindirim büyük besinlerin ağızda parçalanmasıdır.	*İnsan ve bakteri hücre dışı sindirim yapar.
*Sindirim ile solunum ilişkilidir.	*Besinlerin damardan verilmesi damarları tıkar.
*Sindirim ile dolaşım ilişkilidir.	*İnsanda sindirim kanalında gerçekleşen olaylar bakteri sindirimine benzer.
*İnsanda midenin yaptığı görev bakterinin yaptığı sindirime benzer.	*Amiplerdeki besin kofulunun çalışma prensibi, monomerlerin yakılmasına benzer. İkisi de hücre içinde gerçekleşir.
*İnsan ve bakteri hücre dışı sindirim yapar.	*Midenin depolama görevini amipte besin kofulu yapmaktadır.
İnsanda hücre içi gerçekleşen olaylarla amibin hücre içi sindirimi benzerdir.	



Barış’ın sindirim sisteminde yer alan organların görevlerine ilişkin anlama şekli “*Midenin olmadığı yerde protein sindirimi olmaz ve bu besinin eksikliği durumu oluşur. Daha sonra vücutta tamir mekanizması biter.*” yönündedir. Bu durumu mülakatta ise aşağıdaki gibi açıklamıştır.

Araştırmacı: “Mide alındığında protein sindirimi olmaz. Besin eksikliği durumu oluşur daha sonra hücrenin tamir mekanizması biter” demişsin.

Barış: İnce bağırsakta da olacak ama tam hatırlamıyorum. Orayı hatırlamıyorum. Midede asıl pepsin pepsinojen dönüşümleri vardı ama çok da hatırlamıyorum.

Uygulama sonrasında Barış'ın anlama şeklinde değişim olduğu belirlenmiştir. Organları yalnızca bireysel olarak değil, aynı zamanda birbirleriyle ilişki kurarak açıklamaktadır.

Karaciğer safra tuzlarını salgıladığı için, karaciğeri olmayan bir bireyin safra tuzu olmaz ve yağların mekanik sindirimi olmaz. Buna bağlı olarak yüzey alanı artmaz ve sindirim hızı da düşük olur. Karaciğerden gelen safra tuzları yağları küçük parçalara ayıracak, pankreastan gelen lipaz da yağları sindirecek. Safra tuzları olmazsa lipaz bunların sadece dışına etki edebilecek, besin tam sindirilemeyecek, ortası kalacak besinin. Tabi sindirim hızı da yavaşlar, çünkü yüzey alanı küçük.

Barış'ın sindirim süreci ile ilgili olarak öne çıkan önemli anlama şekli; besinlerin sindirimlerinin nasıl gerçekleştiğine ilişkin soruya verdiği cevapta yer almaktadır.

Karbonhidratların sindirimi; ağızda tükürük salgısıyla birlikte gerçekleşir. Yemek borusu ve farinkste bir miktar daha o sıvıda çözünme olur. Oniki parmak bağırsağın bulunduğu bölgede ve ince bağırsakta sindirimi devam eder. Yağların sindirimi ise oniki parmak bağırsağa gelen lipaz enzimi ile olur. Proteinlerin sindirimi ise; midede pepsin enzimi ile olur.

Uygulamalar sonrasında ise Barış “Safra tuzları yağları mekanik olarak parçalamazsa, yüzey alanı artırılmadığından sindirim hızı yavaşlar.” Şeklindeki açıklamasıyla sindirim sürecine substrat konsantrasyonunun etki edeceğini belirtmiştir. Buna benzer açıklamalarını yüzey alanı ve pH için de yapmıştır.

Barış açıklamalarında tüm sindirim çeşitlerine yer vermiştir. Barış'ın sindirim çeşitleri ile ilgili anlama şeklinde “istenmeyen” olarak nitelendirilebilecek olan tek kısım kimyasal sindirimi sindirimin geneline eşit tutması, ağız dışında midede gerçekleşen mekanik sindirimi göz ardı etmesidir. Barış'ın sindirim süreci ile ilgili açıklamalarına tekrar dönüldüğünde mekanik sindirimden sadece büyük besinlerin parçalanması olarak ağızda gerçekleştiğini belirtmiştir. Barış her ne kadar karbonhidrat sindiriminin ağızda gerçekleşen kısmından bahsetmiş olsa da, “*Karbonhidratların sindirimi ağızda tükürük salgısıyla birlikte gerçekleşir.*” açıklamasıyla kastettiği aslında kimyasal sindirimdir.

Barış, hücre içi ve hücre dışı sindirime ilişkin açıklamalarında doğru anlama şeklini geliştirmiştir.

Midede sindirim enzimleri vücut boşluğuna salınır, besin parçalanır ve sonra da kana emilip taşınır. Biz hücre içi sindirim sanıyoruz bazı şeyleri ama öyle değil. Mideye attığımız için hücre dışı oluyor. Mide çünkü vücut boşluğudur. Bakterilerde olduğu gibi besini hücre dışında sindirdikten sonra sindirilen besini hücre içine alır.

Bariş sindirim sistemini daha çok dolaşım ile ilişkilendirmiştir. Bağışıklık sistemiyle olan ilişkisini ise, “*Bu öncelikle masraflı ve zahmetli olurdu. Ayrıca vücut boşluğundan geçerek sindirilmesi gereken maddeler bu durumda göz ardı edilirdi. Hangi besinden ne kadar alınması gerekli olduğunun ayarlanması güç olurdu ve vücut içinde bu yol üzerinde bulunan yararlı organizmaların sağlayacağı yarardan mahrum kalırdı*” şeklinde açıklamıştır.

Uygulama sürecinde Bariş’in sunduğu açıklamalar onun istenilen anlama şeklini geliştirdiğini ve sindirim ile bağışıklık sistemi arasındaki ilişkiyi kurduğunu düşündürmektedir. Ancak bireysel raporunda bu ilişkiye yer vermediği belirlenmiştir. Bariş’in bu bilgiye ilişkin açıklama yapmamış olması bilgiyi içselleştiremediğini düşündürmektedir. Bu nedenle yetersiz anlama şekline sahip olduğu söylenebilir.

Bariş’in uygulamalar öncesi farklı canlı türler ile insan sindirimini karşılaştırmada yeterli bir anlama şekline sahip olduğu belirlenmiştir.

Midedeki sindirim bakteriye benzer. Çünkü midede sindirim enzimleri vücut boşluğuna salınır, besin parçalanır ve sonra da kana emilip taşınır. Bakterilerde de sindirim dışarıda yani, hücre dışında yapmak zorundadır ve sonra sindirilen besin hücre içine alınır.

Bariş’in uygulama öncesi organlarla ilgili yüzeysel; sindirim süreci ile ilgili yetersiz; sindirim çeşitleri ile ilgili yeterli ve kavram yanlıgılı; sistemler arası ilişkilerle ilgili yetersiz ve yüzeysel ve farklı canlı türleri ile insan sindirimini karşılaştırmada yetersiz olan anlama şekilleri sırasıyla yeterli, yeterli, yeterli, yetersiz ve son olarak yeterli olarak değişmiştir.

Çiğdem’in anlama şekillerinde meydana gelen değişim Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 5. Çiğdem’in anlama şekillerinde meydana gelen değişim

Anlama Şekilleri (Önce)	Anlama Şekilleri (Sonra)
<ul style="list-style-type: none">*Organlardan herhangi biri çıkarılırsa yaşam kalitesi düşer.*Karaciğer olmazsa gerekli bazı malzemeler sentez edilemez, bazıları da depo edilemez.*Bağırsaklar olmazsa sindirimle ilgili eksiklikler olur.*Besinlerin sindirimi bir noktada başlar, bir noktada son bulur.*KH sindirimi ağızda amilazla başlar, midede devam eder.*Yağ ve protein sindirimi midede başlar.*İki çeşit sindirim vardır, mekanik ve kimyasal sindirim.*Önce mekanik ardından kimyasal sindirim gerçekleşir.*Sindirim sistemi ile dolaşım sistemi ilişkilidir.*Besinler damardan verilirse tıkanıklığa neden olur, kan akışını bozar.*İnsan bakteri ve amipten daha kompleks bir canlıdır.	<ul style="list-style-type: none">*Vücutta yer alan organlar birbirleriyle ilişkilidir.*Pankreas böbrekle ilişkilidir.*Mide depolama yaptığı için besinlerin aşamalı olarak incebağırsağa geçişini sağlar.*Karaciğer olmazsa safra salgılanamaz, bu durumda sindirim hızı yavaşlar.*Yüzey alanı arttıkça sindirim hızı artar.*İnsanlar hücre dışı sindirim yaparlar, hücre içi sindirim yapmazlar.*Sindirim sistemi ile bağışıklık sistemi ilişkilidir.*Besinlerin damardan verilmesi damarları tıkayacağı için O2 iletimini engeller ve ölüm gerçekleşir.*Fiziksel olarak sindirilen besinler amiplerde işe yarar çünkü onlar hücre içi sindirim yaparlar.*İnsanla bakteri hücre dışı sindirim yapma açısından benzerdir.*Amipteki besin kofulu sindirim enzimlerinin buraya salgılanması bakımından insandaki mideye benzer.

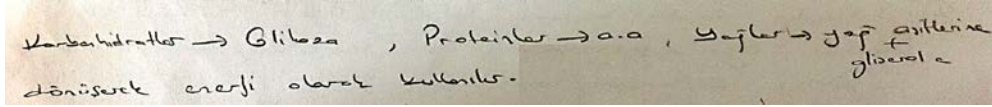


Çiğdem sindirim sistemine ait veya yardımcı çeşitli organların vücuttan çıkarılması halinde oluşabilecek durumlara ilişkin açıklamalarında yaşam kalitesinin düşeceği yönünde anlama şekline sahiptir. Çiğdem karaciğerle ilgili “Karaciğer olmasaydı bazı gerekli maddeler sentez edilemezdi. Bazıları da depo edilemezdi” şeklinde açıklamıştır.

Uygulamalar sonrasında ise Çiğdem’in organlarla ilgili daha ilişkili anlama şekilleri sergilediği belirlenmiştir. Çiğdem organlarla ilgili açıklama yaparken, farklı sistemlerde yer alan organlarla ilişkili de bilgiler sunmuştur.

A grubundaki köpeklerin pankreası alınmıştır. Pankreas insülin hormonunun salınımını sağlar. İnsülin hormonu kandaki glikozun hücrelere geçişini sağlar. Hücre zarındaki reseptörlere bağlanarak hücrelerin geçirgenliğini artırır ve glikozun hücreye geçmesini sağlar. Eğer kanda insülin hormonu bulunmazsa bu görev yerine getirilmemiş olacak ve kandaki glikoz seviyesi artacak. daha sonra kan böbreklerde süzülür, gerekli glikoz geri emilirken fazlası idrarla dışarıya atılır.

Çiğdem’in sindirim süreci ile ilgili anlama şekli diğer öğretmen adayları ile benzer şekildedir. Çiğdem de besinlerin sindirim süreci ile ilgili anlama şekli olarak sindirimin bir noktada başladığı ve bir başka noktada sonlandığı şeklindedir. Bunun yanında bazı besinlerin sindirimi ile ilgili yanlış anlama şekline sahiptir.



Karbonhidratlar → Glikoz , Proteinler → a.a , Yağlar → yağ asitlerine + glikoliz
dönüştürerek enerji olarak kullanılır.

Görsel 4. Çiğdem’in DBT’ye verdiği cevap

Karbonhidratların sindirimi ağızda amilaz enzimi etkisiyle başlar. Midede devam eder. Burada pepsin ve tripsin enzimleri etkili olur. (DBT)

Çiğdem etkinlik esnasında gerçekleştirilen tartışmalarda sorunu daha iyi içselleştirmek ve arkadaşlarına açıklamak adına “Karıncaları düşünelim mesela. Karıncalar bir bütünü mü daha kolay taşır, parçaları mı yoksa?” şeklinde metafor yapmıştır.

Bu şekilde bir düşünme yolu geliştirdikten sonra bireysel raporunda aşağıdaki açıklamaya yer vermiştir.

Safra tuzları mekanik sindirimi sağladığı için öncelikle yağların mekanik sindirimi gerçekleşmeyecekti. Lipazın aktivitesi bütün parça üzerine olacaktı ki sindirim hızı yavaşlayacaktı. Grafiklerde gördüğümüz üzere yüzey alanı artması sindirim hızını artırır. Kısaca karaciğer olmazsa safra tuzu olmayacak, safra tuzu olmazsa enzimin çalışması gereken pH aralığına ulaşılamayacak.

Çiğdem sindirimin çeşitlerinden bahsederken pek çok arkadaşı gibi mekanik ve kimyasal sindirime yer vermiştir.

Ağız yolu sindirimin başlangıcında yer alır. Ana hatları ile mide ve bağırsaklarla devam eder. Bu yolda besinler önce mekanik olarak sindirimden sonra enzimler ile

de daha küçük moleküler düzeyde parçalara ayrılarak gerekli olanlar vücutta kalırken gereksiz kısımlar atılır.

Çiğdem'in mekanik ve kimyasal sindirime ilişkin yapmış olduğu açıklamalarda kavram yanlışlığı anlamaya şekline sahip olduğu belirlenmiştir. Çiğdem besinlerin sindiriminde mekanik ve kimyasal sindirimin birbirini takip eden iki ayrı sindirim şekli olduğunu ve önce mekanik ardından kimyasal sindirimin gerçekleştiğini ifade etmiştir.

Çiğdem hücre içi ve hücre dışı sindirim ile cevap verebileceği sorularda bu sindirim çeşitlerinden herhangi bir şekilde de olsa bahsetmemiştir. Bunun yanında uygulamalar esnasında bu konuya ilişkin etkinlik sırasında hücre içi ve hücre dışı sindirimle ilgili bilgisinin olmadığı video kayıtlarından elde edilmiştir. Bu nedenle Çiğdem'in sindirim çeşitleri ile ilgili anlamaya şekillerinin yetersiz ve kavram yanlışlığı olduğu söylenebilir.

Uygulamalar sonrasında ise Çiğdem'in hücre içi ve hücre dışı sindirimle ilgili bireysel raporunda yeterli açıklamaya yer verdiği ve sahip olduğu bilgileri daha sonra bir başka etkinlikte (Etkinlik-8) kullanarak ileriye taşıdığı belirlenmiştir.

Amipler bunu sağlayabilir. Çünkü zaten amipler dışarıdan o besini alıyor ve hücre içerisinde hallediyor (sindiriyor). Ama biz onu damar yolumuzla sağlayamayız (Etkinlik-8-video kaydı).

Bu noktadan bakıldığında Çiğdem'in etkinlikler sonrası anlamaya şekillerinin istenilen seviyede olduğu söylenebilir.

Çiğdem sindirim sistemi ile dolaşım ve solunum sistemini ilişkilendirirken, bağışıklık sistemi ile ilişkisini tam olarak kuramamıştır. Kendisiyle yapılan yarı-yapılandırılmış mülakatta araştırmacının yönlendirici sorularına rağmen beklenen anlamaya şeklini ortaya koyamamıştır. Aşağıda bu konuya ilişkin alıntıya yer verilmiştir.

Araştırmacı: Peki, sonuçta vücudumuza giren pek çok madde oluyor, yabancı maddeler gibi. Vücudun ona verdiği tepki nasıl bir tepki?

Çiğdem: Bağışıklık düzeyinde mi?

Araştırmacı: Evet.

Çiğdem: Mikroorganizma falan olsaydı kesinlikle antikorlar falan üretilecekti. Farklı bir madde olsaydı... Mesela çok insan hani anahtar falan yutuyor, iğne kaçıyor diyelim.

Araştırmacı: Nasıl yani?

Çiğdem: Hani anahtar falan yutuyorlar, midelerinde kalıyor ya... Onlarda bir şey olmuyor. Fonksiyonu bozuyor tabi ki, farklı bir madde gelmiş tıkanıklığa sebep olabiliyor ama onun haricinde bir şey...

Uygulamalar sonrasında ise Çiğdem damarların tıkanacağı yönünde benzer anlamaya şekillerini sergilese de tıkanmanın neden ileri geldiğine yönelik daha ayrıntılı bilgiler vermesi onun anlamaya şeklinde meydana gelen değişimi göstermektedir.

Damara verilen parçalar moleküler düzeyde olmadığı için dolaşıma besin parçacıkları halinde verilecek. Kan dolaşımında enzim olmadığı için bu parçaları sindirip moleküler düzeye indirgeyemeyecek ve hücrelere geçişi olmayacak. Ancak amipte kofula veriliyor ve burada sindirim enzimleri salgılandığı için moleküler düzeye indirgenip, enerjiye dönüştürülebilir. İnsanda ana verilen parçalar birikerek tıkaç oluşturur ve dalaşımı engeller. Oksijenin iletimi de engellenir ve ölüm gerçekleşir.

Sindirim sistemini diğer canlılarla kıyaslayan Çiğdem, insan amip ve bakteriden daha kompleks bir canlıdır şeklinde arkadaşlarıyla benzer bir anlama şekline sahiptir.

İnsan sindirim sistemi kompleks bir yapıya sahiptir. Organlardan oluşmaktadır. Her birinin ayrı görevleri bulunmaktadır. Bakteri ve amipte ise çok basit bir sistem yer almaktadır. Endositoz, fagositoz ve yalancı ayak sistemi ile besinleri alırlar.

Yarı-yapılandırılmış mülakatlarda da daha derinlemesine irdelenen konu üzerine Çiğdem yalancı ayakla alınan besinlerin daha sonra ne olduğu ile ilgili “*Orası hakkında çok fazla bilgim yok*” şeklinde cevap vermiştir. Uygulamalar esnasında karşılaştığı problemi çözmek için arkadaşlarına “*Bence şunu yapalım; bakteri ve amibi öğrenelim de insanla karşılaştıralım*” şeklindeki önerisi yukarıda bahsi geçen bilgi eksikliğini desteklemektedir. Tüm bu ifadeler sonrasında Çiğdem’in bu üç canlı arasındaki benzerlik ve farklılığı ortaya koymada yeterince bilgi sunamaması onun yüzeysel anlama şekline sahip olduğunu göstermektedir.

Çiğdem’in uygulama öncesi ve sonrası anlama şekilleri ele alındığında, uygulama öncesinde organlarla ilgili yüzeysel; sindirim süreci ile ilgili yanlış; sindirim çeşitleri ile ilgili yetersiz ve kavram yanlış; sistemler arası ilişkilerle ilgili yetersiz ve kavram yanlış ve son olarak farklı canlı türleri ile insan sindirimini karşılaştırmada yüzeysel olan anlama şekilleri sırasıyla yeterli, yeterli, yeterli, yetersiz ve son olarak yeterli şeklinde değişmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Biyoloji öğretmen adaylarının sindirim süreci ve sindirim sistemi ile ilgili anlama şekillerinin ve EGS tabanlı öğretim yönergesinin bu anlama şekillerinin değişiminde ve gelişimindeki etkisinin belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmada iki araştırma sorusuna cevap aranmaya çalışılmıştır. Bulgular araştırma soruları kapsamında ele alınırken, tartışma ve sonucun yapılandırılmasında da bu çerçeveden faydalanılmıştır.

Öğretmen adaylarının organlarla ilgili en belirgin anlama şekli vücuttan bir organın çıkarılması halinde eksiklik olacağı, hayatın tehlikeye gireceği veya yaşam kalitesinin düşeceği yönündedir. Bu anlama şekli yüzeysel kategorisinde değerlendirilirken Ramadas ve Nair (1996) bu tür bir yaklaşımda öğrencilerin bütünsel bir anlamaya sahip olduklarını öne sürmüşlerdir. Belirlenen bir diğer anlama şekli öğretmen adaylarının organlardan bahsederken

bilinen en belirgin özelliğine odaklanmalarıdır. Bu anlama şekli yetersiz olarak değerlendirilmiştir. Çünkü öğretmen adayları organların görevleri ile ilgili doğru bilgiler sunmakta ancak yeterince detaylandıramamaktadırlar. Mide ve incebağırsağın özellikle sindirme özelliği üzerinde durulurken, farklı görevlerine değinilmemiş ayrıca bu görevlerde zaman zaman birbirleriyle karıştırılmıştır. Çakıcı (2005) midenin sindirim ile ilişkilendirilmesinde günlük hayattaki beslenmenin mide ile ilişkisinin kuruluyor olmasına dikkat çekmektedir. Bunun yanında öğretmen adaylarının safra kesesinin görevi ile ilgili kavram yanlış anlamaya sahip oldukları da belirlenmiştir. Safra kesesinin isminden ötürü safranın da burada üretildiğini düşünen öğretmen adayları safra kesesinin görevini de yağların sindirilmesi olarak belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarına her ne kadar sindirim sisteminde yer alan temel ve yardımcı organlar verilmiş olsa da ilgili soruda vücuttan uzaklaştırılması ifadesi yer almaktadır. Ancak öğretmen adaylarının verdiği cevaplar organların sindirim sistemi içerisindeki görevleriyle alakalıdır. Bu durum organların diğer sistemlerle olan ilişkili görevlerinin göz ardı edilmesine ve sadece ilgili sistemdeki görevlerine odaklanmasına neden olmuştur. O nedenle organlarla ilgili istenilen anlama şekillerinin geliştirilmesinde, tüm sistemlerin bir arada verilmesinden önce organların bireysel olarak verilmesine dikkat edilmelidir (Reiss vd., 2002).

Öğretmen adaylarının sindirim süreci ile ilgili sahip oldukları yüzeysel ve kavram yanlış anlamaya şekilleri organlarla ilgili anlama şekilleriyle paralellik göstermektedir. Yüzeysel anlama şekline sahip olan öğretmen adayları sindirime uğrayan besinlerin sindirimlerinin bir organda başlayan ve bir organda son bulan şeklinde açıklamışlardır. Bu durumun nedeni olarak sindirim sisteminin daha çok anatomik olarak çalışıldığı fizyolojisinin üzerinde ise çok fazla durulmadığı söylenebilir (Kwen, 2005; Özgür ve Çıldır-Pelitoğlu, 2008). Bu tema altında dikkat çeken önemli bir anlama şekli ise en fazla enerjinin yağlardan en az enerjinin ise proteinlerden elde edildiği şeklindedir. Öğretmen adayları yağların en fazla enerji verdiği için ilk kullanılacağını, proteinlerin ise yapıtaşı olarak kullanıldığını için en az enerji verdiğini düşünmektedirler. Benzer şekilde Yip (1998), sindirim sürecinde yer alan besinlerle ilgili öğrencilerin karbonhidrat ve yağların günlük beslenmede enerji olarak kullanılabileceğini ancak proteinlerin yapım onarım işlerinde kullanıldığını için enerji kaynağı olarak kullanılamayacağını düşündüklerini belirlemiştir. Öğrencilerin %76'sı proteinlerin yapım ve onarım görevlerine odaklanırken %26'sı enerji kaynağı olarak kullanılacağını ifade etmektedirler (Duncan ve Reiser, 2007). Öğretmen adaylarının dikkat çeken bir diğer kavram yanlış anlamaya şekli ise, tüm sindirim sürecini mekanik sindirimden bahsediyor olsalar bile

kimyasal sindirim olarak ele almalarıdır. Bunun yanında mekanik ve kimyasal sindirimden bahsederken ayrı ayrı, birbirini takip eden veya mekaniğin önce kimyasalın sonra gerçekleşen süreçlermiş gibi ifade etmişlerdir. Benzer kavram yanılgılarına literatürde de rastlanmıştır. Özkan (2017) çalışmasında öğrencilerin mide özsuyu her şeyi sindirir, sindirimin son bulunduğu organ kalın bağırsaktır ve mekanik sindirim sadece ağızda gerçekleşir şeklinde kavram yanılgılarına sahip olduğunu belirlemiştir (Özkan, 2017). Öğretmen adaylarının mekanik sindirimin kimyasal sindirimden önce gerçekleştiğini belirtmelerinin nedeni olarak; besinlerin önce ağızla alınıp, dişler vasıtasıyla fiziksel olarak parçalanmasından dolayı somut ve gözlemlenebilir olması olduğu söylenebilir. Ancak öğretmen adayları ağızda amilaz enzimi ile gerçekleşen kimyasal sindirim ile midede gerçekleşen mekanik sindirimi göz ardı etmişlerdir. Öğretmen adaylarının her iki sindirimi bilmeleri, tanımlayabilmeleri ancak buna rağmen bu iki süreci birbirinden net bir şekilde ayrı olarak ele almaları sahip oldukları kavram yanılgılarından kaynaklanabilir. Öğretmen adaylarının böyle bir anlama şekline sahip olmalarında organların en bilinen görevlerine odaklanma ve “bir organın aynı anda yalnızca tek bir görevi yürütebilme yetisine sahip olma” düşüncesi gösterilebilir.

Öğretmen adayları farklı şekillerde gerçekleşen sindirim çeşitleri hakkında temel bilgilere sahiptirler, ancak yine de yetersiz ve kavram yanılgılı bilimsel olmayan anlama şekilleri barındırmaktadırlar. Öğretmen adayları sindirimden bahsederken yalnızca kimyasal ve mekanik sindirimi ele alırken, hücre içi ve hücre dışı sindirime çok az değinmişlerdir. Bunun yanında, hücre içi ve hücre dışı sindirim hakkında bilgi sahibi olmalarına rağmen bu kavramlarla ilgili yanılgılara sahip oldukları belirlenmiştir. Çünkü öğretmen adaylarından bazıları insanların hücre içi sindirim yaptığını düşünürken, bazıları da hem hücre içi hem de hücre dışı sindirim yaptığını düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının kendi ifadelerinden sindirimin vücut içerisinde gerçekleşiyor olmasından dolayı hücre içi ve vücut içi kavramlarını birbirine karıştırıyor oldukları düşünülmektedir. Öğretmen adaylarının hücre içi ve hücre dışı sindirimi insan sindirimi ile ilişkilendirememelerinin bir nedeni olarak bu iki kavramın kitaplarda insan sindirimi ile bağlantısının iyi yapılmayışından kaynaklandığı söylenebilir (İlhan, 2012).

Sindirim sisteminin diğer sistemlerle ilişkisi konusunda öğretmen adaylarının sahip olduğu anlama şekilleri yetersiz, yüzeysel ve yanlış olarak kategorilendirilmiştir. Literatürde sindirimin farklı sistemlerle ilişkilendirildiği, karıştırıldığı veya ilişki kurmada zorluk yaşandığı ifade edilmiştir (Baguena ve Olivan, 2000; Carvalho, Dantas ve Clement, 2004; Carvalho vd., 2004; Çakıcı, 2005; Güngör ve Özgür, 2009; Ramadas ve Nair, 1996). Bu

sistemlerin başında solunum, dolaşım, boşaltım ve sinir sistemi gelmektedir. Bu çalışma kapsamında da solunum ve dolaşımla olan ilişkisi yüzeysel anlama şekli kategorisinde ortaya çıkmıştır. Sindirimin bağımsızlık sistemiyle olan ilişkisinde besinlerin damardan verilmesi halinde dengenin bozulacağı, damarların tıkanacağı şeklinde dikkat çeken yetersiz anlama şekilleri ortaya çıkmıştır. Ancak sindirimin bağımsızlık sistemiyle olan ilişkisini ortaya koyan bir başka çalışmaya rastlanılmamıştır. Her ne kadar böyle bir çalışmaya rastlanmamış olsa da ilişki kurulamayışının nedeni olarak kitaplarda bu ilişkiyi ortaya koyan bir bilgiye rastlanmayışı gösterilebilir (Carvalho, Silva ve Clement, 2007). Bunun yanında mevcut çalışmada öğretmen adaylarının insanların hücre içi solunum yaptıkları şeklindeki kavram yanlışlığı anlama şekilleri sindirimin solunumla karıştırılmasına neden olmaktadır. Çünkü solunum hücre içine giren monomerlerin oksijenle reaksiyona girerek enerjiye dönüşmesi iken hücre içi sindirim polimerlerin hücre içinde sindirilmesidir. Ancak insanlar hücre içi değil, hücre dışı sindirim yapmaktadırlar.

Öğretmen adaylarından beklenen bir diğer anlama şekli insan sindirimini farklı canlılarla benzerlik ve farklılık yönünden karşılaştırabilmesi ve buna ilişkin bilimsel açıklamalar yapabilmeleridir. Bakteri ve amip tek hücreli canlı olmaları ve farklı âlemlerde yer almaları bakımından çeldirici olarak seçilmiştir. Bu tema altında öğretmen adaylarının yüzeysel, yetersiz ve yanlış anlama şekillerine sahip oldukları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarından yalnızca bir tanesi bakteriler ile insanların hücre dışı sindirim yaptığını belirtirken, iki öğretmen adayı insanın daha kompleks yapılı bir canlı olduğu üzerinde durmuştur. İlk etapta bu doğru bir anlama şekli olarak görünse de, bu kompleksliğin neden ileri geldiğine dair derinlemesine bir bilgi verememiş olmaları nedeniyle bu anlama şekli yüzeysel kategorisinde ele alınmıştır. Literatürde ise insan sindirim sistemini farklı canlılardaki sindirim çeşitleri ile kıyaslayan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak belirtilen iki canlı açısından bir kıyaslama yapılamayışının bu canlılarda gerçekleşen sindirim çeşitlerinin ne olduğunu bilmedikleri veya bilse bile tam olarak tanımlayamadıklarından ileri geldiği söylenebilir. İnsan sindirimini kıyaslandığı bu canlılardan daha üstün olduğu şeklindeki yanlış kıyaslama yaparken bu özellik üzerinden cevaplanmaya neden olmuştur. İnsan sindirim sisteminde organlar bulunur anlama şekli öğrenciler arasındaki yaygın anlayışlarından biridir ve kısmen doğru olduğu için yetersiz kategorisinde değerlendirilmiştir.

Öğretmen adaylarının her bir durum veya soru karşısında üretmiş oldukları çözümler/açıklamalar onların anlama şekillerini göstermektedir. Aynı konudan bahsedilse bile çok farklı anlama şekilleri ortaya çıkabilir. Bu nedenle her bireyin veya burada yer aldığı



şekliyle öğretmen adaylarının sahip olduğu anlama şekilleri kendilerine özgüdür. Ancak, yine de bu anlama şekillerini “ifade”ler şeklinde vermektense genel anlamda sahip olduğu özelliğe göre sınıflandırma yapıldığında, bu çalışmada yer alan öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi sahip olduğu anlama şekilleri çoğunlukla bilimsel olmayan, yetersiz, yüzeysel, yanlış ve kavram yanılgılı olarak sınıflandırılmıştır. Öğretmen adayları kendilerine yöneltilen bazı sorulara doğru cevap vererek doğru anlama şekline sahip olduklarını gösterebilirler de, açıklamalarını derinleştirmeleri istendiğinde kafalarının karıştığı, önemli süreçler ve kavramları anlamlandırmadan ezberledikleri için ilişkiler kuramadıkları görülmüştür (Bhattacharyya ve Bodner, 2005).

Anlama şekilleri meydana gelen değişimin belirlenebilmesi amacıyla üç öğretmen adayı ile beş hafta boyunca toplam dokuz problem durumunun yer aldığı öğretim uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamalar sonucu öğretmen adaylarının istenilen anlama şekillerini geliştirdikleri söylenebilir. Uygulamalara katılan üç öğretmen adayı “etkileşim” basamağında da yer alan öğretmen adaylarından oldukları için bu bölümde anlama şekillerine tek tek değil, kategori bazında yer verilecektir. Böylece değişimin ne yönde gerçekleştiği daha anlaşılır bir şekilde ortaya koyulabilecek ve EGS tabanlı öğretimin etkisi belirlenebilecektir.

Uygulamalar öncesinde, her üç öğretmen adayının organlarla ilgili anlama şekilleri organların birbirinden bağımsız işlediği şeklindedir ve yüzeysel anlama şekli kategorisinde ele alınmıştır. Uygulamalar sonrasında ise her üç öğretmen adayının organların birbirleriyle ilişkili olduğu şeklinde yeterli anlama şekline sahip olduğu belirlenmiştir. Uygulamalar sonrasında öğretmen adayları soruları cevaplarken bir organın çıkarılması halinde yalnızca organizmaya ilişkin makro seviyedeki sonuçlar üzerine odaklanmamışlar, diğer organlarla olan ilişkilerine dair açıklamalar da yaparak mikro seviyede bilgiler sunmuşlardır. Öğretmen adaylarının anlama şekillerinde meydana gelen bu değişimler EGS tabanlı öğretim yönergesinin etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Maskiewicz (2006) de yapmış olduğu çalışmada öğretim yönergesinin uygulanmasının ardından öğrencilerin işleyen bir sistem ve bu sistemdeki bir sürece ait bir fenomen ile madde ve enerji akışı gibi mikro seviyedeki ilişkiler arasında bağlantılar kurduklarını öne sürmüştür. Bu da onların yalnızca nesnelere üzerinde değil süreçler üzerinde de düşündüklerini, mikro ve makro seviyeler arasında geçişler yaparak ilişkiler kurabildiklerini göstermektedir. Bir başka araştırmacı olan Duffy (2006) araştırmasında öğrencilerin kimya öğretiminde kavramsal anlamının boyutları olan makroskobik, submikroskobik ve sembolik seviyeler arasında geçişler yapabildiklerini ve böylece çoklu ilişkiler kurarak açıklayabildiklerini öne sürmüştür.



Öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde sindirim süreci ile ilgili anlama şekilleri Asuman için yüzeysel ve kavram yanılgılı, Barış için yetersiz ve Çiğdem için yanlış şeklindedir. Besinlerin sindirimlerinin bir noktada başlayıp, bir noktada sonlandığı, sindirimin kimyasal sindirimle aynı anlamda kullanıldığı, en fazla enerji veren besinin yağlar olduğu ve proteinlerin yapım ve onarımda kullanıldığı şeklindeki yaygın anlama şekilleri uygulamalar sonrasında yerini yeterli anlama şekillerine bırakmıştır. Sindirim çeşitleri ile ilgili anlama şekillerinde Asuman'ın yetersiz, Barış'ın yeterli ve kavram yanılgılı, Çiğdem'in ise yetersiz ve kavram yanılgılı anlama şekilleri mevcuttur. Öğretmen adayları sindirim çeşitlerinin yalnızca mekanik ve kimyasal sindirimden ibaret olduğunu düşünürlerken; hücre içi ve hücre dışı sindirimle ilgili olarak yeterince bilgiye sahip olmadıkları belirlenmiştir. Uygulamalar sonrasında ise Asuman ve Çiğdem'in anlama şekilleri yeterli şekilde değişirken; Barış'ın sahip olduğu kavram yanılgıları ortadan kalkmıştır. Sindirim sistemi literatürde en fazla solunum ve dolaşım ile ilişkilendirilmektedir. Üç öğretmen adayı da uygulamalar öncesinde literatürle benzer anlama şekillerine sahiptir. Bunun yanında sindirimin bağışıklık sistemiyle ilişkisinin kurulması beklendiği anlama şekillerinde Asuman'ın yüzeysel ve kavram yanılgılı, Barış'ın yetersiz ve yüzeysel Çiğdem'in ise yetersiz ve kavram yanılgılı anlama şekillerine sahip olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adayları genel olarak besinlerin damardan verilmesiyle damarların tıkanacağı, dengenin bozulacağı yönünde anlama şekillerine sahipken; uygulama sonrasında Asuman'ın anlama şekilleri aynı kalırken, Barış'ın yüzeysel ve Çiğdem'in de kavram yanılgılı anlama şekilleri ortadan kalkmıştır. En az gelişme bu tema altında gerçekleşmiştir. Ancak öğretmen adayları sindirimle bağışıklık sistemi arasında bir ilişki olduğu yönünde farkındalık kazanmışlardır. Gelişme sağlanan bir diğer tema ise insan sindiriminin farklı canlılar ile olan ilişkisinin kurulabilmesidir. Bu bağlamda Asuman'ın uygulamalar öncesinde yetersiz ve kavram yanılgılı, Barış'ın yetersiz ve Çiğdem'in yüzeysel olan anlama şekilleri uygulamalar sonrasında yeterli şekilde değişmiştir. Uygulamalar öncesinde insanı bakteri ve amipten ayıran en önemli özelliğin kompleks oluşu şeklinde bir anlama şekline sahip olan öğretmen adayları, uygulamalar sonrasında, damardan verilen besinlerin neden amipte işe yaradığına ilişkin ayrıntılı fikirler öne sürebilmiş, sindirimin farklı çeşitlerine ilişkin bilgileri kullanarak ve hücre içi ve hücre dışı sindirimin farkını belirterek bu sorunun cevabını verebilmiştir.

EGS tabanlı öğretim yönergesinin uygulanmasının etkinliği yönünde elde edilen sonuçlar benzer çalışmalarla tutarlılık göstermektedir. Lim (2006) cebirsel eşitsizlikler ve denklemler, Maskiewicz (2006) öğrencilerin madde döngüsü, enerji akışları ve fotosentez ve

solunum gibi hücresel süreçlerde, Duffy (2006) kimya konularından biri olan aromatiklik konusunda, Subaşı ve Özay Köse (2017) bağışıklık sistemi hakkında, Oflaz (2017) matematikte örüntü, ilişkiler, değişimin analizi ve denklemler konusunda Yıldız ve Şengül (2017) olasılık ve istatistik konularında yaptıkları çalışmalarla EGS tabanlı öğretim yönergesinin etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Araştırmada elde edilen bu bulguların tartışılmasıyla aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır:

- Öğretmen adaylarının sindirim süreci ve sindirim sistemi konu alan bilgisi ile ilgili önemli bilgi eksiklikleri bulunmaktadır.
- EGS tabanlı öğretim yönergesi sindirim süreci ve sindirim sisteminin öğretiminde kullanılabilir uygulanabilir bir kuramsal çerçeve sunmaktadır.
- EGS tabanlı öğretim uygulamaları öğretmen adaylarının sindirim süreci ve sindirim sistemine ilişkin sahip oldukları anlama şekillerinde bir değişim meydana getirmede etkili olmuştur.
- Öğrencilerin biyoloji konuları ile ilgili anlama şekillerinin belirlenmesinde EGS tabanlı öğretim yönergesinin “etkileşim” basamağı kullanılabilir.
- Öğretmen adaylarında zihinsel ihtiyaç ortaya çıkaracak problem durumlarının hazırlanmasında EGS tabanlı öğretim yönergesinin Gereklik basamağından faydalanılabilir.

Öneriler

Öğrencilerin sahip oldukları anlama şekilleri ve düşünme yollarının belirlenmesi ve bu anlama şekli ve düşünme yollarına uygun problem durumlarının geliştirilerek uygulanması temeline dayanan EGS tabanlı öğretim yönergesi yalnızca sindirim süreci ve sindirim sistemi konusunun öğretilmesinde ve öğrenilmesinde değil, uygun problem durumlarının hazırlanabileceği farklı biyoloji konularına da uygulanabilir.

EGS öğretmen eğitiminde istenen anlama şekillerinin geliştirilmesi amacıyla yaygın bir yöntem olarak kullanılabilir. Öğretmen eğitiminde EGS tabanlı öğretime de yer verilerek öğretmen adaylarının göreve başladıklarında bu yönergeyi kendi derslerinde kullanmaları sağlanmalıdır.

Okullarda biyoloji eğitiminde öğrencilerin bilimsel anlama şekillerinin belirlenmesinde ve geliştirilmesinde EGS kullanılabilir.

Gerek okullarda gerekse üniversitede sindirim süreci ve sindirim sistemi konularının öğretiminde anatomik yapıların yanı sıra, sindirimin fizyolojisinden ve sistemler arası ilişkilerinden de bahsedilmeli ve üzerinde durulmalıdır.



Program geliştirme çalışmalarında EGS tabanlı öğretime yer verilebilir.

Program geliştirmenin temel öğelerinden biri öğretme-öğrenme sürecidir. Bu süreçte belirlenen hedeflere ulaşmada ne tür modellerin, stratejilerin, yöntemlerin veya tekniklerin seçileceği belirlenmektedir. Bu noktadan bakıldığında EGS tabanlı öğretimin öğretme-öğrenme sürecinde kullanılacak etkili bir yönerge olduğu ve bu nedenle program geliştirme çalışmaları yapılırken bu yönergeden de faydalanılmasının uygun olacağı söylenebilir.

Makalenin Bilimdeki Konumu

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi/Biyoloji Eğitimi

Makalenin Bilimdeki Özgünlüğü

Bu çalışma birinci yazarın doktora tezinden üretilmiştir. Hazırlanan doktora tezi Harel (1998)'in EGS (DNR) tabanlı öğretim yönergesinin temel alınarak biyoloji eğitim-öğretim sürecine uyarlandığı dünya literatüründeki ikinci ve Türkiye literatüründeki ilk ve öncü çalışma olması bakımından özgündür. Sindirim sistemi konusunda yapılan çalışmaların daha çok betimleyici olması nedeniyle bu çalışma alternatif anlama şekillerinin belirlenip, bunlara uygun olarak etkinliklerin geliştirilmesi, sindirim süreci ve sindirim sistemi konusunun öğretiminde bir model oluşturması ve soruna çözüm üretmesi açısından özgündür. Bilimsel literatüre, öğretmen eğitime ve biyoloji öğretmenlerinin derslerinde kullanımlarına katkı sağlayacak etkinliklerden ve gelecek çalışmalara örnek teşkil edecek içerikten oluşmaktadır.

Kaynaklar

- Atıcı, T. ve Bora, N. (2004). Suggestions and evaluation of teaching methods that are used for biology education in secondary education. *Journal of Social Sciences, University of Afyon*, 6(2), 51-64.
- Baguena, X. M. and Olivan, M. P. (2000). Interactions between students' conceptions of the digestive system and the teaching process. A.Vidal (Ed.), Proceedings of the III Conference of European Researchers in Didactic of Biology. Santiago de Compostela, Spain, 101-111.
- Banet, E. and Nunez, F. (1988). Ideas de los alumnos sobre la digestion: *Aspectos Anatomicos. Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 30-37.
- Bhattacharyya, G. and Bodner, G. M. (2005). It gets me to the product: How students propose organic mechanism. *Journal of Chemical Education*, 82(9), 1402-1407.



- Bergman, EM, de Bruin, AB, Herrler, A, Verheijen, IW, Scherpbier, AJ and van der Vleuten, CP (2013). Students' perceptions of anatomy across the undergraduate problem-based learning medical curriculum: A phenomenographical study. *BMC Med Educ* 13(152).
- Brickhouse, N. W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 53-62.
- Carvalho, G. S., Dantas, C., & Clément, P. (2004, August). Conceptions of digestion and their possible evolution: a study on primary school teachers and trainee teachers in Portugal. Oral Communication at the Fifth Conference European researches in Didactik of Biology- ERIDOB, 2002, Patras.
- Carvalho, G. S., Silva, R., & Clément, P. (2007). Historical analysis of Portuguese primary school textbooks (1920–2005) on the topic of digestion. *International Journal of Science Education*, 29(2), 173–19.
- Carvalho, G. S., Silva, R., Lima, N., Coquet, E., & Clement, P. (2004). Portuguese primary school children's conceptions about digestion: Identification of learning obstacles. *International Journal of Science Education*, 26(9), 1111-1130.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education*, 6th ed. NewYork: Routledge.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design choosing among five approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications Inc.
- Çakıcı, Y. (2005). Exploring Turkish upper primary level pupils' understanding of digestion. *International Journal of Science Education*, 27(1), 79-100.
- Çimer, A. (2004). A study of Turkish biology teachers' and students' views of effective teaching in schools and teacher education. Unpublished doctorate dissertation, The University of Nottingham School of Education, Nottingham, U.K.
- Çimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Students' views. *Educational Research and Reviews*, 7(3), 61-71.
- Çoban, G. Ü. ve Ergin, Ö. (2008). İlköğretim öğrencilerinin feni öğrenme yaklaşımları. *Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 271-293.
- Duncan, R. G., & Reiser, B. J. (2007). Reasoning across ontologically distinct levels: Students' understandings of molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 938-959.



- Duffy, A. M. (2006). *Students' ways of understanding aromaticity and electrophilic aromatic substitution reactions*. Unpublished doctorate dissertation. University of California, San Diego, California.
- Efendioğlu, A. ve Yanpar-Yelken, T. (2010). Programmed instruction versus meaningful learning theory in teaching basic structured query language (SQL) in computer lesson. *Computers & Education*, 55(3), 1287-1299.
- Grotzer, T. A., & Basca, B. B. (2003). Helping students to grasp the underlying causal structures when learning about ecosystems: How does it impact understanding? *Journal of Biological Education*, 38(1), 16-29.
- Grotzer, T. A., & Perkins, D. N. (2000). The teaching of intelligence: A performance conception, In R. Sternberg (Ed.) *Handbook on Intelligence*. New York: Cambridge University Press.
- Güngör, B. ve Özgür, S. (2009). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin sindirim sistemi konusundaki didaktik kökenli kavram yanlışlarının nedenleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 3(2), 149-177.
- Hakim, A., Liliyasi, Kadarohman, A., & Syah, Y. M. (2016). Improvement of student critical thinking skills with the natural product mini project laboratory learning. *Indonesian Journal of Chemistry*, 16, 315-321.
- Hakim, A., & Jufri, A. W. (2018). Natural products laboratory project: Isolation and structure elucidation of piperin from piper nigrum and andrographolide from andrographis paniculata. *Journal of Turkish Science Education*, 15, 15-28.
- Harel, G. (1998). Two dual assertions: The first on learning and the second on teaching (or vice versa). *The American Mathematical Monthly*, 105, 497-507.
- Harel, G. (2001). The development of mathematical induction as a proof scheme: A model for DNR-based instruction. In S. Campbell; R. Zaskis (Eds.). *Learning and Teaching Number Theory*. In C. Maher (Eds.), *Journal of Mathematical Behavior* (pp.185-212), New Jersey: Ablex Publishing Corporation,
- İlhan, S. (2012). Ortaöğretim biyoloji-12 ders kitabı. (2. baskı). Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Kwen, B. H. (2005, December). Teachers' misconceptions of biological science concepts as revealed in science examination papers, International Education Research Conference, Australian Association for Research in Education, Parramatta.



- Lazarowitz R. & Penso, S. (1992). High school students' difficulties in learning biology concepts. *Journal of Biological Education*, 26(3), 215-224.
- Lim, K. H. (2006). *Students' mental acts of anticipating in solving problems involving algebraic inequalities and equations*. Unpublished dissertation, San Diego State University.
- Maskiewicz, A. L. (2006). *Rethinking biology instruction: the application of DNR-based instruction to the learning and teaching of biology*. Unpublished doctorate dissertation, University of California, San Diego, California.
- Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., & Novak, J. D. (2001). Assessing understanding in biology. *Journal of Biological Education*, 35(3), 118-124.
- Morgil, İ. ve Yörük, N. (2006). Cross-age study of the understanding of some concepts in chemistry subjects in science curriculum. *Journal of Turkish Science Education*, 3(1), 15-27
- Odabaşı Çimer, S., Ursavaş, N. (2012). Student teachers' ways of thinking and ways of understanding digestion and the digestive system in biology. *International Education Studies*, 5(3), 1-14.
- Oflaz, G. (2016). Matematik eğitiminde bir model: DNR tabanlı öğretim. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 5(5), 36-41.
- Oflaz, G. (2017). DNR tabanlı öğretim hakkında öğrenci görüşleri. *International Journal of Innovative Research in Education*, 4(3), 112-119.
- Özatlı, N. (2006). *Öğrencilerin biyoloji derslerinde zor olarak algıladıkları konuların tespiti ve boşaltım sistemi konusundaki bilişsel yapılarının yeni teknikler ile ortaya konması*, Yayınlanmamış doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Özay Köse, E., & Gül, Ş. (2016). Sınıf öğretmeni adaylarının biyoloji bilgilerini günlük yaşamla ilişkilendirme düzeyleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 84-103
- Lieu, R. M., Gutierrez, A., & Shaffer, J. F. (2018). Student Perceived Difficulties in Learning Organ Systems in an Undergraduate Human Anatomy Course. *HAPS Educator*, 22(1), 84-92.
- Özgür, S. ve Çıldır Pelitoğlu, F. (2008). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin "sindirim sistemi" konusu ile ilgili didaktik kökenli kavram yanılgılarının incelenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri/ Educational Sciences: Theory and Practice*, 8(1), 117-159.



- Özkan, F. (2017). *7. sınıf sindirim sistemi konusunda iki aşamalı test geliştirilerek kavram yanlışlarının tespit edilmesi*, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Öztaş, H., Özay, E., & Öztaş, F. (2003). Teaching cell division to secondary school students: An investigation of difficulties experienced by Turkish teachers, *Journal of Biological Education*, 38(1), 13-15.
- Preece, J., & Janvier, C. (1992). A study of the interpretation of trends in multiple curve graphs of ecological situations. *School Science and Mathematics*, 92, 299-306.
- Prokop, P., & Frančovičová, J. (2006). Students' ideas about the human body: Do they really draw what they know? *Journal of Baltic Science Education*, 2(10), 86-95.
- Ramadas, J., & Nair, U. (1996). The system idea as a tool in understanding conceptions about the digestive system. *International Journal of Science Education*, 18(3), 355- 368.
- Reiss, M. J., Tunnicliffe, S. D., Andersen, A. M., Bartoszeck, A., Carvalho, G. S., Chen, S. Y., Jarman R., Jonsson, S., Manokore, V., Marchenko, N., Mulemwa, J., Novikova, T., Otuka, J., Teppa, S., & Van Rooy, W. (2002). An international study of young peoples' drawings of what is inside themselves. *Journal of Biological Education*, 36(2), 1-7.
- Saygın, Ö. A. ve Salman, N. G. S. (2006). Yapılandırıcı öğretim yaklaşımının biyoloji ders konularını öğrenme başarısı üzerine etkisi: Canlılığın temel birimi hücre. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (26), 51, 64.
- Schoon, K. J., ve Boone, W. J. (1998). Self-efficacy and alternative conceptions of science of elementary teachers. *Science Education*, 83(5), 553-568.
- Sezen Vekli, G. ve Çimer, A. (2017). Probleme dayalı bilgisayar destekli öğrenme materyalinin öğrencilerin problem çözme becerisi algılarındaki gelişime etkisi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12 (24), 809-830.
- Subaşı, M. ve Özay Köse, E. (2017). The effect of DNR based instruction on gifted students' scientific ways of understanding and ways of thinking. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 11(2), 409-431.
- Subaşı, M. ve Özay Köse, E. (2019). Üstün yetenekli öğrencilere bağışıklık sistemi konusunun öğretiminde EGS tabanlı öğretim yönergesinin etkisi. *İlköğretim Online*, 18(1), 8-23.
- Tamir, P. and Zohar, A. (1991). Anthropomorphism and teleology in reasoning about biological phenomena. *Science Education*, 75, 57-67.
- Tekkaya, C. (2002). Misconceptions as barrier to understanding biology. *Hacettepe University Journal of Education*, 23, 259-266.



- Tekkaya, C., ve Balcı, S. (2003). Öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 101-107.
- Ursavaş, N. ve Odabaşı-Çimer, S. (2015). Biyoloji eğitiminde yeni bir yaklaşım: EGS tabanlı öğretim. *Journal of Theory and Practice in Education/ Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 11, 261-290.
- Vural, B. (2004). *Öğrenci Merkezli Eğitim ve Çoklu Zeka*. İstanbul: Hayat Yayıncılık.
- Warburton, E. C. (2008). Changes in dance teachers' beliefs about critical-thinking activities. *Journal of Education and Human Development*, 2(1), 1-16.
- White, P. A. (2000). Naïve analysis of food web dynamics: A study of causal judgment about complex physical systems. *Cognitive Science*, 24(4), 605-650.
- Yıldız, F. ve Şengül, S. (2017). DNR tabanlı öğretimin 8. sınıf öğrencilerinin anlama ve düşünme yollarına etkisinin incelenmesi (The investigation of the effect of DNR-based instruction on 8th grade students' ways of understanding and thinking). *International Journal of Social Science*, 56(3), 83-130.
- Yip, D. Y. (1998). Teachers' misconceptions of the circulatory system. *Journal of Biological Education*, 32(3), 207-216.

Summary

Statement of Problem

One of the main goals of education is to realize a meaningful learning rather than memorizing information. (Atıcı ve Bora, 2004; Hakim & Jufri, 2018). Due to dense biology curriculum content, students believe that biology is a lesson to be memorized. (Bahar, 2003; Çimer, 2004; Maskiewicz, 2006; Özatlı, 2006; Öztaş, Özay ve Öztaş, 2003; Saygın ve Salman, 2006; Tekkaya ve Balcı, 2003; Tekkaya, 2002). In recent years, widespread recognition of the need to refocus classroom efforts on meaningful learning and conceptual understanding of scientific ideas rather than teaching and learning isolated bits of knowledge highlights the need for "quality over quantity", "meaning over memorizing", and "understanding over awareness". (Mintzes, Wandersee ve Novak, 2001). The increasing of the scientific knowledge every year makes researchers in a constant search for new models that can be used in biology teaching in achieving teaching objectives. DNR, theoretically grounded on problem solving reconsidered to be both practical and applicable for the transformation of biology instruction (Ursavaş ve Çimer, 2015; Subaşı ve Özay-Köse, 2017; Subaşı ve Özay-Köse 2019; Oflaz, 2016; Oflaz,



2017; Yıldız ve Şengül, 2017; Maskiewicz, 2006). DNR is an acronym for the three foundational principles of the system: Duality, Necessity, and Repeated-reasoning. Duality Principle identifies two categories of knowledge that affect biological reasoning: “ways of thinking” and “ways of understanding.” Necessity principle states that students are more likely to learn when they see a genuine need. The Repeating Reasoning principle posits that students must practice reasoning in order to internalize specific ways of thinking and ways of understanding (Harel, 1998; 2001). This study aims to determine how effective can be Harel's DNR perspective on teaching and learning in mathematics to the teaching and learning of digestion and human digestive system.

Method

This study employed the case study approach. At the Duality, thirteen pre-service teachers' ways of understanding about digestion and digestive system were determined. Afterwards, at the Necessity level, intensive studies have been done with three of the pre-service teachers in order to both develop desired ways of understanding and reveal the effect of DNR based instruction. The data was collected from Knowledge Determination Test, semi-structured interviews, individual reports and video recordings. Data were analyzed using the content analysis method.

Findings

The findings are presented in two sections. In the first part, according to the Duality principle, pre-service teachers' understanding of digestion process and digestive system have been determined. Ways of understandings are gathered under five themes. These themes are ways of understanding about organs, digestion process, types of digestion, relations between systems, and the comparison of digestion in different living species. The themes related to the ways of understanding were categorized as adequate, inadequate, false, superficial and misconception. According to the findings, the pre-service teachers mostly had superficial and inadequate ways of understandings about digestion and digestive system. They were followed by misconceptions and false understandings. Pre-service teacher's ways of understanding about organs are superficial, inadequate and misconceptions, about digestion process are superficial and misconception, about types of digestions are inadequate and misconception, about relation between systems are superficial, inadequate and false and about comparison of digestion in different living species are superficial, inadequate and false. In the second section



of the study. Second section of the study consists of findings related to the change in the ways of understanding pre-service teachers possess after the teaching trajectory and the effect of DNR-based teaching. While the ways of understanding of three pre-service teachers were superficial, inadequate, wrong and misconception; they were mostly changed to adequate after applications.

Discussion and Conclusion

Pre-service biology teachers' ways of understanding of digestion process and digestive system in human are gathered under five themes and five categories. Pre-service teachers have superficial ways of understanding that if an organ is removed from the body, there will be deficiency and life will be in danger. Those understandings possessed by pre-service teachers are defined as holistic understandings (Ramadas ve Nair, 1996). The most obvious understanding of pre-service teachers regarding the digestive process is the superficial understanding in which the digestion process begins in one organ, ends in another, and the processes in between are ignored. In addition, pre-service teachers have ways of understanding that they consider the digestive process only as chemical digestion. The reason is that digestive system was studied anatomically, but not its physiology put emphasized much. (Kwen, 2005; Özgür ve Çıldır-Pelitoğlu, 2008). While pre-service teachers explained digestive types as physical and chemical they did not mention intracellular and extracellular digestion. In addition, they had misconceptions like "chemical and physical digestion take place sequentially". Similar misconceptions were obtained in the study of Özkan (2017). Pre-service teachers who mostly associate digestive system with respiration and circulation had difficulty in establishing their relationship with the immune system. While pre-service teachers compared human digestion with bacteria and amoeba digestion, they exhibited superficial and inadequate ways of understanding that "people are more complex and have organs". While the pre-service teachers' ways of understandings developed within the scope of all themes after the applications, they did not fully internalize the desired understanding about the relationship between digestive and immune system, but at least an awareness has occurred. Regarding other themes, they were often able to develop adequate ways of understanding. Consequently, DNR based instruction had positive effect on changing the ways of understandings. DNR-based instruction can be used in teaching different biology subjects and different courses. DNR based instruction can be included in curriculum development studies.