**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 öğretilmesi ve öğrenilmesi sürecine uygulanması ve etkisi araştırılmıştır. 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 altında 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.

**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 preservice teachers in order to both develop desired ways of understanding and reveal the effect of DNR based instruction. Knowledge Determination Test (KDT), semi-structured interviews, individual reports and video recordings were used as the data collection tools. Data were analysed 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 & Jufri, 2018). Bilginin kavranması ve anlamlandırılmasında ön bilgiler önemli bir yer tutmaktadır. 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 & Jufri, 2018). Bu sürecin doğru bir şekilde işlemesinde en önemli rolü öğretmen üstlenir (Schoon & Boone, 1998). Çünkü, öğretmenlerin sahip oldukları bilgiler ile sınıf-içi etkinlikleri arasında bir ilişki olduğu bulunmaktadır (Brickhouse, 1990).

Biyoloji çok fazla bilgi içerdiği için öğrenciler tarafından ezberlenmesi gereken bir ders olarak görülmektedir (Bahar, 2003; Çimer, 2004; Maskiewicz, 2006; Özatlı, 2006; Öztaş, Özay ve Öztaş, 2003; Saygın ve Salman, 2006; Tekkaya ve Balcı, 2003; Tekkaya, Özkan ve Sungur, 2001). Yapılan araştırmalar ilköğretimden yükseköğretime kadar her yaş grubundan öğrencinin yanı sıra öğretmen adaylarının da biyoloji ile ilgili alan bilgilerinde çeşitli alternatif fikirlere ve istenmeyen anlamalara sahip olduklarını göstermiştir (Driver, Squires, Rushworth ve Wood-Robinson, 1994; Grotzer ve Basca, 2003; Grotzer ve Perkins, 2000; Özay-Köse ve Gül, 2016; Preece ve Janvier, 1991; Prokop ve Francovicova, 2006; Songer ve Mintzes, 1994; Tamir ve Zohar, 1992; Tekkaya, 2002; White, 2000; Yip, 1998). Bu konulardan bir tanesi vücuttaki sistemlerdir (Çimer, 2012; Lazaarowitz ve Penso, 1992; Lieu, Gutierrez & 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). Bunun nedeni olarak sistemler konusunun ders kitaplarında her bir sistemin kendi içinde izole bir şekilde anlatılması ve sistemler arası ilişkilerin zayıf olarak yapılandırılması gösterilmiştir (Güngör ve Özgür, 2009; İlhan, 2012).

Sindirim sistemi zor olarak algılanan sistemlerden bir tanesidir. Sindirimle ilgili yapılan kavramsal çalışmalarda daha çok organlar üzerinde durulduğu ve sindirimin fizyolojisinin dikkate alınmadığını görülmektedir (Kwen, 2005; Özgür ve Çıldır-Pelitoğlu, 2008; Baguena ve Olivan, 2000; Banet ve Nunez, 1988; Çakıcı, 2005; Ramadas ve Nair, 1996; Prokop ve Francovicova, 2006). Öğrencilerle yapılan çalışmalarda sindirimin daha çok mekanik olarak ele alındığı (Ramadas ve Nair, 1996; Rowlands, 2004), kimyasal sindirimle ilgili yanlış anlamaların olduğu ve öğrencilerin pek çoğunun sindirimin sadece mekanik olarak veya mekanik sindirimin kimyasal sindirime yardımcı olarak gerçekleştiğini düşündükleri ortaya çıkmıştır (Cerrah-Özsevgeç, Artun ve Ünal, 2012; Hassouni, El Madh, Ameziane, Briki & Benhssine, 2013; Özkan, 2017). İlkokul öğrencilerinin yansıra öğretmen adayları ve öğretmenler, sindirimin farklı sistemlerle olan ilişkisini tanımlamada zorluk yaşamakta (Carvalho, Dantas & Clement, 2004; Carvalho, Silva, Lima, Coquet & Clement, 2004), sindirime uğrayan besinlerden yalnızca karbonhidrat ve yağların enerji kaynağı olarak kullanılacağı, proteinlerin vücut hücrelerinin onarım ve yapım işlerinde kullanıldığı için enerji olarak kullanılmayacağı şeklinde anlamalara sahiptirler (Yip, 1998; Duncan ve Reiser, 2007; Çakıcı, 2005). Bu bilgiler doğrultusunda sindirim sistemi ile ilgili çalışmaların daha çok tanılayıcı nitelikte olduğu, sorunun çözümüne yönelik uygulamaların çok az olduğu düşünülmektedir (Carvalho, Silva ve Clement, 2007; Çakıcı, 2005; Baguena ve Olivan, 2000; Güngör ve Özgür, 2009; Ramadas ve Nair, 1996).

Son yıllarda oluşan bilimsel bilgilerin anlamlandırılarak öğrenilmesi ve kavramsal anlamayı geliştirmede sınıf-içi etkinliklerin yeniden gözden geçirilmesi gerektiğine dair yaygın inanış; bilginin her bir parçasının tek tek öğretilmesindense, nicelikten ziyade niteliğe, ezberlemekten ziyade anlamlandırmaya, farkında olmaktan ziyade anlamaya önem vermektedir (Mintzes, Wandersee ve Novak, 2001). Bilimsel bilginin her yıl katlanarak artması, öğretim hedeflerinin gerçekleştirilmesinde araştırmacıları biyoloji öğretiminde kullanılabilecek yeni modeller için sürekli bir arayış içine sokmaktadır. Bu nedenle bu araştırmada, Harel (1998, 2001)’in matematik eğitimi için geliştirmiş olduğu Etkileşim (Duality), Gereklilik (Necessity), Sorgulama (Repeated Reasoning) (EGS) prensiplerine dayanan öğretim yönergesinin, sindirim süreci ve sindirim sistemi konusunun öğretilmesi ve öğrenilmesi sürecine uygulanması ve etkileri araştırılmıştır.

EGS tabanlı öğretim yönergesi öğrencilerin anlama şekilleri ve düşünme yollarının belirlendiği Etkileşim (Duality), öğrenmeye karşı zihinsel ihtiyaç uyandıran problem durumlarının uygulandığı Gereklilik (Necessity) ve öğrencilerde istenilen anlama şekillerinin ve düşünme yollarının sürekliliğinin sağlandığı, bilginin içselleştirildiği ve bu şekilde tekrarlayan anlamalarla devam ettiği Sorgulama (Repeated Reasoning) basamaklarından oluşur. EGS 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 yönergedir **(**Harel, 1998; 2001). Problemlerin dikkatlice oluşturulması kavramsal bilgilerin geliştirilmesinde anahtar rol oynar. Bu çerçeve aynı zamanda uygulamada pratik bir yol sunar.

Temelinde problem çözme olması EGS tabanlı öğretim yönergesinin biyoloji eğitimi için yeni bir öğretim modeli oluşturmada iyi bir yönerge olabileceğini düşündürmüştür (Ursavaş ve Çimer, 2015; Subaşı ve Özay-Köse, 2017; Subaşı ve Özay-Köse 2019; Oflaz, 2016; Oflaz, 2017; Yıldız ve Şengül, 2017; Maskiewicz, 2006). 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 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 tasarlanmıştır. 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 & Morrison, 2007; Creswell, 2007). Buradaki sınırlı sistem, yer, zaman veya çalışılan durumla bir program, bir olay bir aktivite veya bireyler sınırlıdır (Creswell, 1998). Bilgi elde etmek amacıyla kullanılan birden fazla kaynak ise; mülakatlar, görsel materyaller, dokümanlar veya raporların farklı şekillerde veya hep beraber bir arada kullanıldığı bir nevi üçgenlemedir.

Çalışmanın tüm sürecinde EGS tabanlı öğretim yönergesinin prensipleri temel alınmıştır. Buna göre iki aşamadan oluşan 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 13 son sınıf biyoloji öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmanın iki aşamalı olarak yürütülüyor olması araştırmacıya aynı özellikleri taşıyan fakat sayı bakımından farklı iki grupla çalışma imkânı sunmuştur. Araştırmanın ilk basamağı 13 öğretmen adayı ile ikinci basamağı ise 3 öğretmen adayı ile yürütülmüştür.

Bu 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. Çünkü araştırmanın iyi bir şekilde yürütülebilmesi amacıyla grup içerisinde yer alacak öğretmen adaylarının bilgilerini paylaşabilecek yeteneğe ve tartışma becerisine sahip olmaları gerektiği düşünülmüştür. Nitekim, etkinliklerde yer alan problem durumlarının öğretmen adaylarını düşünmeye zorlayacak ve soruyu çözmeye ilişkin zihinsel ihtiyaç oluşturacak nitelikte olmasına dikkat edilmiştir. Böylece zihinsel karmaşa yaşayan öğretmen adaylarının sorunun çözümünde işbirliği yaparak, sonuca ulaşmaları ve birbirlerinin düşünmelerini etkilemeleri beklenmiştir. Bu aşamaya katılan öğretmen adayı sayısının üç ile sınırlı olmasına mevcut zaman ve imkânlar göz önüne alınarak karar verilmiştir.

Etik kabul yönetmeliğine uymak, bireylerin gizliliğini ve anonimliğini sağlamak ve yarı-yapılandırılmış mülakatlar ile uygulamaları birbirinden ayırmak için mülakatlarda yer alan öğretmen adayları Ö.1, Ö.2, ..., Ö.13 şeklinde kodlanırken; özel durumu oluşturan öğretmen adaylarına cinsiyetleri göz önünde bulundurularak Asuman, Barış ve Çiğdem rumuzları verilmiştir.

**Veri Toplama Aracı**

Çalışmada yer alan her bir basamak için uygun veri toplama araçları kullanılmıştır. İlk basamakta öğretmen adaylarının anlama şekillerinin belirlenmesinde Durum Belirleme Testi (DBT) ve yarı-yapılandırılmış mülakatlar kullanılmıştır. DBT’de 10 soru 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 başka bir biyologdan uzman görüşü alınmıştır. DBT’de yer alan sorular; sindirim süreci ve sindirim sistemi konularını ölçebilirliği, öğrencilerin seviyesine uygunluğu, soruların anlaşılırlığı bakımından değerlendirilmiştir. Bu incelemeler neticesinde alan uzmanları testte yer alan açık uçlu soruların Sindirim Süreci ve İnsanda Sindirim Sistemi konusunu kapsamlı bir şekilde ele alacak şekilde hazırlandığı, örneklem olarak belirlenen öğretmen adaylarının hem bilgi düzeylerine, hem de 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. Bireysel raporlar öğretmen adaylarının tartışmaları sonucu vardıkları ortak cevabın bireysel olarak kendi cümleleri ile yazılarak 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 çalışma kapsamında Durum Belirleme Testi ve yarı-yapılandırılmış mülakat verilerine ve EGS tabanlı öğretim yönergesinin Gereklilik prensibine dayandırılarak 9 etkinlik hazırlanmıştır. Etkinliklerin hazırlanmasında araştırmacı Kaliforniya Üniversitesi, San Diego (University of California, San Diego)’da görevlendirilerek burada EGS tabanlı öğretim yönergesini geliştiren Prof. Dr. Guershon Harel, biyolojideki ilk uyarlama çalışmasını gerçekleştiren Dr. April Maskiewicz ve EGS tabanlı öğretim yönergesine hakim olan Dr. Gabriele Wienhausen’dan eğitim ve danışmanlık almıştır.

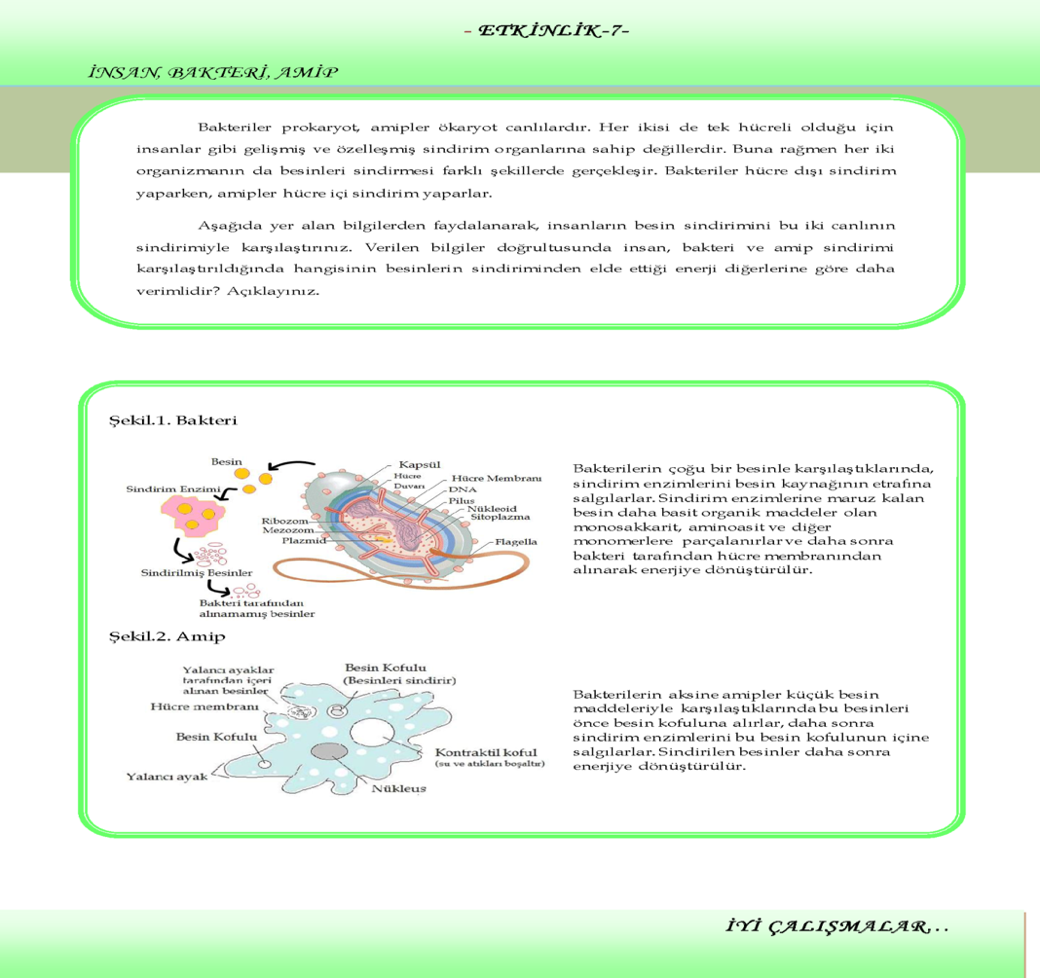
Çalışmadaki etkinlikler öğretmen adaylarında öğrenmeye karşı zihinsel ihtiyaç uyandırarak istenilen anlama şekillerinin geliştirilmesini sağlayacak şekilde planlanmıştır. Daha öncede belirtildiği gibi problem durumlarını içeren etkinliklerin oluşturulmasında öğretmen adaylarının DBT ve mülakatlardan elde edilen ön bilgilerinin yanında literatür taramasından elde edilen yanılgılar ve istenmeyen anlamalar belirleyici olmuştur. Bu verilerin analiz edilmesiyle öğretmen adaylarının anlama şekilleri beş tema altında toplanmıştır ve etkinlikler de bu temalar çerçevesinde geliştirilmiştir. Bu temalar; Sindirim sistemindeki organlar, Sindirim süreci, Sindirim çeşitleri, Sistemler arası ilişkiler ve Farklı canlı türleri ile insan sindirimini karşılaştırma şeklindedir. Bu temalardan “Farklı canlı türleri ile insan sindirimini karşılaştırma” temasına yönelik hazırlanan örnek etkinlik aşağıda sunulmuştur.

Çalışmada yer alan her etkinlik iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde öğretmen adaylarının soruları çözmek için zihinsel ihtiyaç duyacağı bir problem durumu bulunmaktadır. Problem durumu yalnızca tek bir soru cümlesinden değil, içerisinde çeşitli açıklamaların veya senaryoların bulunduğu bir metinin sonunda yer almaktadır. Farklı canlı türleri ile insan sindirimini karşılaştırma teması kapsamında hazırlanan örnek problem durumu Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Farklı canlı türleri ile insan sindirimini karşılaştırma teması problem durumu

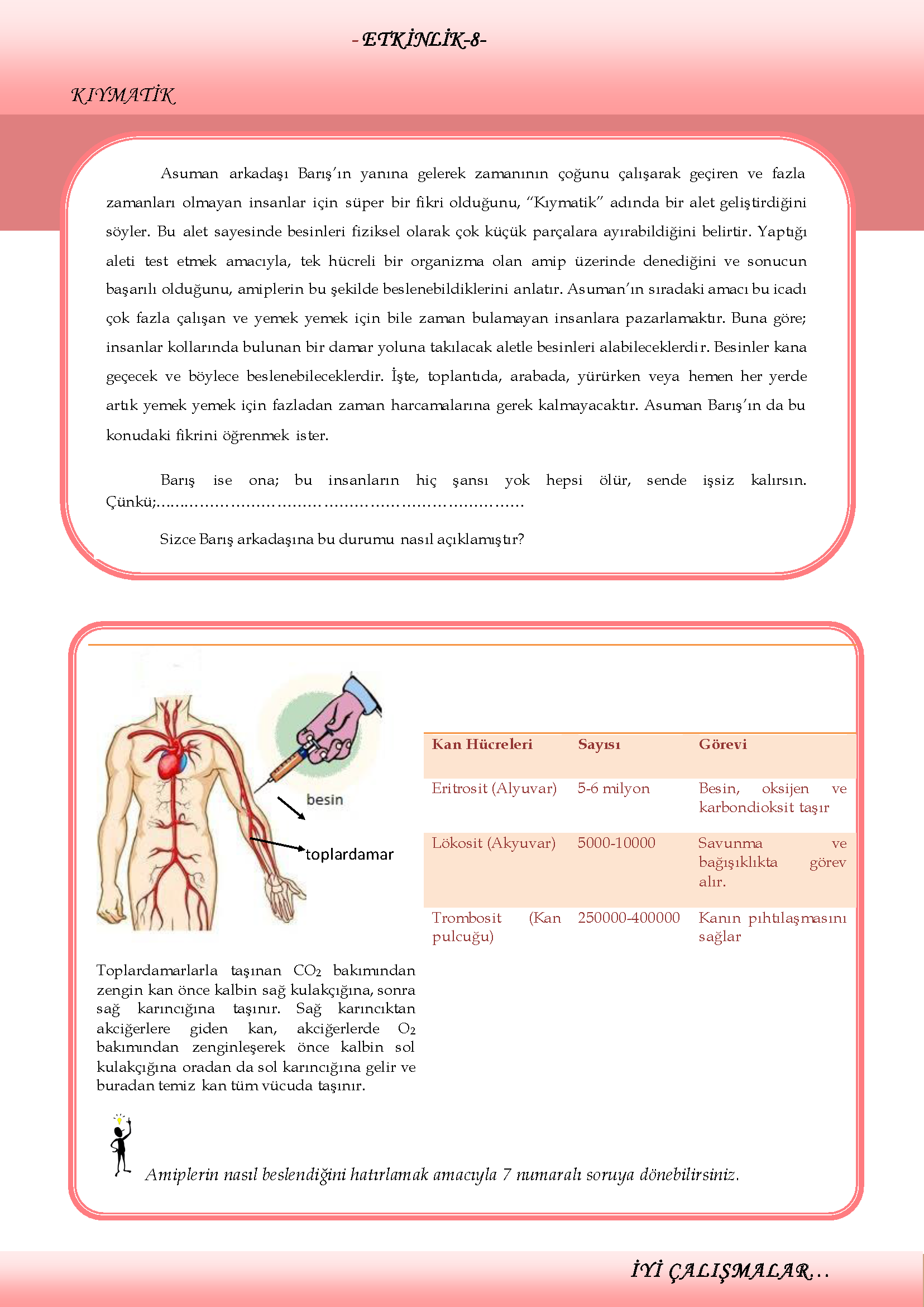
İkinci bölümde bu probleme cevap verebilmek ve onları istenilen anlama şekillerini geliştirebilmeleri için yönlendirecek ama bir yandan da sorunun cevabını vermeden ipucu sağlayacak bilimsel bilgileri bilgiler yer almıştır. İpucu bilgiler Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2.Farklı canlı türleri ile insan sindirimini karşılaştırma teması ipucu bilgisi

Uygulama sürecinde her etkinliğe *Şeker Seven Karıncalar, Kıymatik, Enzimler Nerede?, Sindirim Hangi Tüpte?* gibi isimler verilmiştir. Böylece öğretmen adaylarının daha etkinlik ismini okurken merak duymaları ve sorudan haberdar olmaları sağlanmaya çalışılmıştır. Her etkinlik öğrencilere farklı renklerde kağıtlara basılarak sunulmuş ve böylece öğrencilerin görsel olarak da öğrenme sürecinden zevk almaları ve ilgi duymaları sağlanmaya çalışılmıştır.

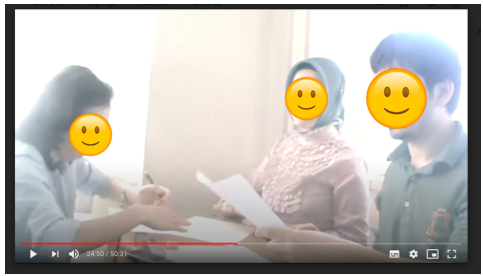
Etkinlikler sindirim sürecinin farklı temalarına ilişkin hazırlanmış olsa da, konular arası kopukluğun ortadan kaldırılması ve öğretmen adaylarının bilgilerinin devamlılığının sağlanması amacıyla birbirini tamamlayıcı olmalarına ve etkinlikler arasında geriye dönük geçişler yapılarak bilgilerin hatırlanır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



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

Şekil 3’de görüldüğü gibi etkinliğin en sonunda yer alan “*Amiplerin nasıl beslendiğini hatırlamak amacıyla 7 numaralı soruya dönebilirsiniz”* ifadesi buna bir örnektir. Böylece öğretmen adaylarının bilgileri ezberlemelerinden ziyade, nerelerde ve nasıl kullanabilecekleri hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanmaya çalışılmış ve bilgileri pekiştirilmiştir.

Etkinliklerin uygulama süreci 5 hafta sürmüştür. Uygulamalar bir sınıf içerisinde ve sınıflar 3-5 kişilik gruplara ayrılarak gerçekleştirilmiştir. Kamera kaydı yalnızca verilerin toplanacağı 3 kişilik bir grup için tutulurken, tüm gruplara ses kayıt cihazı yerleştirilmiştir. Uygulama aşamasında araştırmacı tüm gruplara her bir öğretmen adayı için bir tane olacak şekilde etkinliğin yer aldığı kağıtları vermiştir. 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 hissedecekleri kadar süre tanınmıştır (Görsel 1).



Görsel 1. Öğretmen adayları tartışıyor

Öğretmen adaylarına tanınan bu süre zarfında araştırmacı gruplara arası tutarlılığın sağlanması ve sürecin sağlıklı bir şekilde işlemesi açısından araştırma grubunun yanı sıra tüm grupları ziyaret ederek nasıl bir çözüm yolu izlediklerini ve nasıl bir sonuca vardıklarını sorgulamıştır. Bu aşamada öğretmen adaylarına, anlamadıkları noktalar varsa aydınlatılarak veya sorunun cevabı doğrudan verilmeden ancak doğru yola ulaşmalarını sağlayacak ek sorular sorularak rehberlik edilmiştir (Görsel 2).



Görsel 2. Araştırmacı çalışma grubunu dinliyor.

Son olarak tüm çalışma grubu ile birlikte tüm gruplardan bir grup sözcüsünün sunumu ile buldukları çözümler ve çözüm yolları birbirleriyle paylaşılmıştır. Böylece öğretmen adayları çözüm 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 ve düşünme yollarının belirlenmesi amacıyla Durum Belirleme Testi ve yarı-yapılandırılmış mülakat kullanılmıştır. Yarı-yapılandırılmış mülakatların transkribe edilmesinin ardından DBT ile birlikte içerik analizi yöntemine göre analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda sindirim sistemi ve sürecine ilişkin temalar ve anlama şekilleri elde edilmiştir. 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 literatürde yer alan iki çalışmadan faydalanılmıştır. Yüzeysel anlamalar Çoban ve Ergin (2008)’in yüzeysel anlama tanımı ile; yetersiz, kavram yanılgılı ve yanlış anlamalar ise Morgil ve Yörük (2006)’ün yetersiz, spesifik kavram yanılgılı ve cevapsız kategorileriyle eşleştirilmiştir.

Uygulamalar esnasında ise öğretmen adaylarının bireysel raporları, grup sözcüsünün sunumu, grup tartışmaları birlikte analiz edilmiştir. Her bir öğretmen adayının bireysel raporları etkileşim basamağında belirlenen temalara göre betimsel olarak yapılmıştır.

Nitel verilerin analizinde tek veya doğru olarak tanımlanabilecek bir yol yoktur. Bu tamamen araştırmacının amacına bağlıdır (Cohen, Manion ve Morrison, 2007). Verilerin geçerliliğinin sağlanmasında alanında uzman iki biyoloji eğitimcisi ve bir biyoloji öğretmeninden uzman görüşü alınmıştır.

Öğretmen adayları uygulamalar esnasında video ve ses kayıtları ile kayıt altına alınmıştır. Bu, araştırmacıya veri kaybının önlenmesinde yardımcı olmuştur. Araştırmacı ses kayıtlarını dinleyerek, video kayıtları ile de öğretmen adaylarının mevcut davranışlarını gözlemleyerek hangi konuşmanın kime ait olduğunu, kimin nerede zorlandığını, kimler arasında tartışmaların gerçekleştiğini, zorluk yaşanan kısımlarda nasıl bir davranış içinde olduklarını belirlemeye çalışmıştır. Böylece video ve ses kayıtları birleştirilerek tek bir yazılı doküman elde edilmiştir.

Araştırmacı elde ettiği transkript ve öğretmen adaylarının bireysel raporlarını inceleyerek mevcut durumu ortaya koymuştur. Buna göre transkriptten elde ettiği bir anlama şeklini, bireyin raporunda da kontrol ederek nasıl anlamlandırdığına ve o sonuca nasıl vardığına bakmıştır. Öğretmen adayının bu sonuca varmada nasıl bir yol izlediğine, çözüme kendisinin ulaşıp ulaşmadığına, arkadaşından öğrenip öğrenmediğine, nasıl çıkarımlar yaptığına, bireysel raporu ile kayıtlardan elde edilen anlamaların uyumlu olup olmadığına, arkadaşları ile yaptığı tartışmalar sonucu varılan anlama şeklini bireysel raporuna nasıl yansıttığına bakarak bu öğretmen adayının anlama şekilleri hakkında bir sonuca varmıştır.

**Bulgular**

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

#### Öğretmen Adaylarının Anlama Şekilleri

Öğretmen adaylarının “Sindirim Sistemindeki Organlarla” ilgili anlama şekilleri Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Sindirim Sistemindeki Organlarla İlgili Anlama Şekilleri

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Yüzeysel | Yetersiz | Kavram Yanılgılı |
| *Vücuttan bir organ çıkarılırsa eksiklik olur, hayat tehlikeye girer, yaşam kalitesi düşer.*  - Midesi alınan bir kişinin hayatını devam ettirmesi çok zordur.  - İB ve mide olmazsa vücuda besin alamayız, hayati işlem biter.  - Karaciğer depo organıdır. Eğer alınırsa fazlalıklar yüzünden rahatsızlıklar olur.  - İB olmazsa vitaminsizlik ortaya çıkar ve yaşam çok kısa sürede biter. | *Organların en bilinen görevlerine odaklanma*  - İB besinlerin sindirimlerinin tamamlandığı yer olduğundan İB alınmış bir kişide sindirim tam anlamıyla tamamlanmaz.  - Pankreas insülin salgılar, alındığında şeker dengesi bozulur.  - Karaciğer toksisiteyi azaltır. | *Karaciğer ve safra kesesinin görevleri karıştırılıyor.*  - Safra kesesi yağların sindiriminden sorumludur.  - Safra kesesi adı üstünde safra salgılar. |

Öğretmen adaylarının sindirim sistemindeki organlarla ilgili anlama şekilleri üç kategori altında toplanmıştır. Bunlar yüzeysel, yetersiz ve kavram yanılgılıdır. 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 yanılgılı anlama şekli)

Öğretmen adaylarının “Sindirim Süreci” ile ilgili anlama şekilleri yüzeysel ve kavram yanılgılı olmak üzere iki kategori altında toplanmıştır. Tablo 2’de bu anlama şekilleri ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Tablo 2. Sindirim Süreci ile İlgili Anlama Şekilleri

|  |  |
| --- | --- |
| Yüzeysel | Kavram Yanılgılı |
| *Sindirim bir organda başlar, başka bir organda son bulur.*  - KH sindirimi ağızda başlar, İB’de son bulur.  -Yağ sindirimi midede başlar, İB’de son bulur.  -Protein sindirimi İB’de başlar ve biter. | *Sindirim=kimyasal sindirim*  - Yağlar ağızda ve midede hiçbir değişikliğe uğramadan İB’ye gelir, İB’de parçalandıktan sonra lenfe verilir.  - KH sindirimi ağızda başlar, İB'de sona erer. Nişasta amilaz enzimi ile maltoza parçalanır. Maltoz da İB’de maltaz enzimi sayesinde glikoza çevrilir.  Enerji sağlama bakımından; Yağ > KH > Protein  - Protein en son kullanıldığı için en az enerji verir.  - Protein en son kullanıldığı için en fazla enerji verir. |

Öğretmen adaylarının yüzeysel anlama şekline yönelik örnek ifade aşağıda sunulmuştur.

Yağlar ağız ve midede sindirilmez, safrada başlar sindirimi. Proteinler ilk olarak midede başlar ve safrada sindirimleri devam eder. (Ö.8).

Öğretmen adaylarının konu ile ilgili anlama şekillerinin daha derinlemesine belirlenebilmesi amacıyla mülakatta da aynı soruya yer verilmiştir. Yukarıda DBT’den alıntısı yapılan Ö.8 kodlu öğretmen adayının mülakatta da benzer açıklamalar yaptığı belirlenmiştir.

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 sindiriminin 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 yanılgılı anlama şeklidir. Kavram yanılgılı 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 adayı Ö.6 gibi yedi (Ö.1, Ö.2, Ö.6, Ö.7, Ö.8, Ö.10, Ö.11) öğretmen adayı da ağızda gerçekleşen mekanik sindirimden bahsettikten sonra midede gerçekleşen mekanik sindirimi göz ardı etmiştir. Bunun yanında hiçbir öğretmen adayı midede gerçekleşen mekanik sindirime değinmemiştir.

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

Ö.1. kodlu öğretmen adayının bu durumu yapılan mülakatta aşağıdaki gibi ortaya koymuştur.

Ö.1. En fazla enerjiyi yağlar, sonra karbonhidratlar en son proteinler verir.

Araştırmacı: 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 Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3. Sindirim Çeşitleri ile İlgili Anlama Şekilleri

|  |  |
| --- | --- |
| Yetersiz | Kavram Yanılgılı |
| *İnsan hem hücre içi hem de hücre dışı sindirim yapar.*  - İnsan sindirim sisteminde hem hücre dışı, hem de hücre içi sindirim yapılır. İnsan sindiriminde midede yapılan sindirim hücre dışı sindirimdir. Midede enzimler midenin içine salgılandığı için hücre dışı sindirim gerçekleşir.  *Bazı sekonder moleküller var, onlar hücre içine girebiliyor. İçeride parçalanıyor. Zarlarından geçen molekülleri lizozomda hücre içinde sindirmeleri hücre içi sindirimdir.* | *Mekanik sindirim önce, kimyasal sindirim sonra gerçekleşir.*  - Alınan besinler ilk önce fiziksel sindirime, sonra kimyasal sindirime uğrar, sonra emilim meydana gelir  *Ağızda yalnızca mekanik sindirim gerçekleşir.*  - Ağız yolu sindirimin başlangıcında yer alır.  Bu yolda besinler mekanik olarak sindirimden sonra enzimler ile de daha küçük moleküler düzeyde parçalara ayrılarak gerekli olanlar vücutta kalırken, gereksiz kısımlar atılır.  -Mekanik olarak karbonhidratlar ağızda sindirilmeye başladıktan sonra mideye gelerek enzimatik olarak sindirilir.  \**İnsan hücre içi sindirim yapar.* |

Öğretmen adaylarının sindirim çeşitleri ile ilgili anlama şekilleri yetersiz ve kavram yanılgılı kategorisi altında toplanmıştır.

Öğretmen adayları insan sindiriminin hem hücre içi hem de hücre dışı olarak gerçekleştiğini ifade eden yetersiz anlama şekline sahiptir. Buna ilişkin olarak Ö.6 kodlu öğretmen adayı 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 adaylarından yedi (Ö.1, Ö.3, Ö.6, Ö.7, Ö.8, Ö.11, Ö.12) tanesi mekanik ve kimyasal sindirimi, birbirini takip eden ve önce mekanik, sonrasında ise kimyasal sindirimin gerçekleştiği süreçler olarak tanımladıkları kavram yanılgılı anlama şekline sahiptir. Örnek ifade aşağıda sunulmuştur.

Alınan besinler ilk önce fiziksel 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 moleküler düzeyde parçalara ayrılarak gerekli olanlar vücutta kalırken, gereksiz kısımlar atılır. (Ö.7)

Karbonhidratların sindirimi ağızda başlar. Mekanik olarak karbonhidratlar ağızda sindirilmeye başladıktan sonra mideye gelerek enzimatik olarak sindirilir. (Ö.8)

Yukarıdaki örnek alıntılarda öğretmen adaylarının belirttiği gibi besinler ağza alındıktan sonra mekanik sindirime uğramaktadırlar. Ancak, dişler yardımıyla parçalanan besinlerin tükürük salgısıyla karışması sonucu, tükürükte bulunan amilaz enzimi yardımıyla kimyasal sindirim de başlamış olur. Bu işlem besinlerin ağızda çiğnenmesinden yutulmasına kadar devam eder ve böylece hem kimyasal hem de mekanik sindirim bir arada gerçekleşir.

Öğretmen adaylarının “Sistemler Arası İlişkilerle” ilgili anlama şekilleri yetersiz, yüzeysel ve yanlış kategorileri altında toplanmıştır. Tablo 4’de bu kategoriler ve altında yer alan anlama şekilleri ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Tablo 4. Sistemler Arası İlişkilerle İlgili Anlama Şekilleri

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Yetersiz | Yüzeysel | Yanlış |
| *Doğrudan damara verilen besinler sindirilmediği için damarları tıkar.*  - Kan yoluyla alınamaz çünkü kimyasal sindirime uğramamış olur. Sadece fiziksel sindirime uğruyor. Damarları tıkanır, kan yoluyla verilirse.  - Besin sindirilemeyeceği için hücreden geçemez ve damarlar tıkanır  *Besinler sindirilmediği için hücrelere geçemez.*  -Hücrelerin kullanabileceği yapıtaşlarına ayıramayacağından besinlerin emilimi sağlanamazdı, vücut onu içine alamazdı.  -Ağızda bulunan tükürük salgısı besinlerin kimyasal sindirimini sağlar. Ayrıca çene ve dişler yardımıyla da fiziksel sindirim yapılıyor. Bu sindirimler yapılmadan besinleri çok küçük bir halde de olsa damar yoluyla aldığımızda hücrelere girişleri sorun olacaktır.  *Besinler damar yoluyla verilirse denge bozulur.*  *Zararlı maddeler kana daha kolay geçer.* | *Sindirim sistemi dolaşım sistemiyle ilişkilidir.*  - Alınan besinler önce mide ve ince bağırsakta kan kılcallarına geçebilecek büyüklükte parçalandıktan sonra bu organların etrafındaki kan kılcallarıyla kana geçer.  - Alınan besinler kana karıştıktan sonra vücutta işlevlerini yapmak üzere çeşitli organlara giderler.  Sindirim sistemi solunum sistemiyle ilişkilidir.  - Alınan besinler sindirilir daha sonra solunumla enerjiye dönüştürülür.  - Alınan besinler ilk önce fiziksel sindirime, sonra kimyasal sindirime uğrar, sonra emilim meydana gelir. | *Tat alma duyusundan yoksun kalma.*  - Her insan yemek yemekten hoşlanır, yediği besinlerden lezzet almak ister. Fakat hasta kişiler bu işlemi yapamadığı için damardan verilebilir.  *Mitokondrinin görevini karıştırma*  - Mitokondri solunum yapabilmesi için glikoza ihtiyaç duyar  - Alınan besinler glikoz aminoasit yağ asidi ve gliserol gibi yapıtaşlarına ayrıldıktan sonra bu monomerler mitokondride oksijenli solunumda kullanılarak enerji elde edilir. |

Öğretmen adaylarından dördü (Ö.2, Ö.7, Ö.8, Ö.9) besinlerin damardan verilmesi halinde damarları tıkayacağını veya dolaşıma engel olacağı yönünde yetersiz bir anlama şekline sahiptir. Ö.7’den elde edilen anlama şekline ilişkin ifadeler aşağıdaki gibidir.

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)

B öğretmen adaylarından Ö.8, Ö.10 ve Ö.11 besinlerin damar yolu ile verilmesi halinde dengenin bozulacağından veya ölümün gerçekleşebileceğinden bahsetmiştir.

Ağız sindirimin ilk başladığı yerdir. Mekanik olarak besinlerin parçalanmasını sağlar. Sadece sindirim için mekanik yeterli olmadığı için midede ve bağırsaklarda kimyasal sindirimlerin de gerçekleşip, son halini alarak kana geçmesi gerekir. Kana direkt verilirse yaşayamaz, ölür (Ö.10).

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 Tablo 5’de sunulmuştur. Öğretmen adayları yüzeysel, yetersiz ve yanlış anlama şekillerine sahiptirler.

Tablo 5. Farklı Canlı Türleri ile İnsan Sindiriminin Karşılaştırılması ile İlgili Anlama Şekilleri

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Yüzeysel | Yetersiz | Yanlış |
| *İnsan diğer canlılardan daha karmaşık yapıya sahiptir.*  -Bakteri ve amip tek hücreli canlılardır. İnsanlar ise çok hücreli canlılardır. Bakteri ve amipte basit bir sindirim vardır. İnsanda ise kompleks bir sistem bulunur.  -İnsan kompleks bir canlı ve sindirim sistemi ve sindirim yolu var. | *İnsanlarda sindirim organları bulunur.*  - Bakteri ve amipte sindirim organları yoktur. Sindirim enzimleri bulunur. İnsanda mide, ince-kalın bağırsak gibi organlar bulunur.  *Her üç canlı besinleri sindirme açısından benzerdir.*  - Bizim enzimlerimiz sindiriyor, onların enzimleri de sindiriyor ve yaşamlarını sağlıyor, bizde sağlıyoruz.  *İnsanda sindirim için özel organ yapıları vardır.*  - Bakteri ve amipte sindirim organları yoktur. İnsanda mide, ince-kalın bağırsak gibi organlar bulunur.  İnsan ve amip hücre dışı sindirim yapar.  - Amipte hücre dışı sindirim var. Mesela insan midesi ile benzer. Midede enzimler midenin içine salgılandığı için hücre dışı sindirim gerçekleşir.  *Bakteri ve amip fiziksel sindirim yapamaz, insan yapar.*  -İnsan sindirimi ile bakteri ve amip arasında bir benzerlik olmaması gerekiyor. Çünkü insanda olan fiziksel sindirim bakteri ve amipte yoktur. | *İnsan ve bakteri ökaryot canlıdır.*  - İnsan ve bakteri ökaryot hücreye sahiptir*.* |

Öğretmen adayları insanların “daha karmaşık bir yapıya sahip olması” gibi anlama şekilleri onların açıklamalarını yaparken yüzeysel bilgiler sunmasına neden olmuştur. Aşağıda Ö.4’e ait mülakat alıntısı yer almaktadır.

Araştırmacı: İnsan, amip ve bakteri sindirimini karşılaştırır mısın?

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)

Öğretmen adayı Ö.3, insan, amip ve bakterinin sindirim yapmaları açısından benzer olmalarının yanı sıra insan ve bakterinin ökaryot hücreye sahip olmaları açısından da benzetmiştir. 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. Fiziksel ve kimyasal sindirim.

Araştırmacı: İkisinde de var mı?

Ö.3. Evet

Araştırmacı: Peki, amiple ne benzerliği olabilir?

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

Öğretmen adaylarının temalara göre sahip olduğu anlama şekillerini kategorilere göre dağılımı Tablo 6’da özetlenmiştir.

Tablo 6. Temaların kategorilere göre dağılımı

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Yüzeysel | Yetersiz | Kavram Yanılgılı | Yanlış |
| Organlarla ilgili anlama şekilleri | + | + | + |  |
| Sindirim süreci ile ilgili anlama şekli | + |  | + |  |
| Sindirim çeşitleri ile ilgili anlama şekli |  | + | + |  |
| Farklı sistemlerle ilişkiler | + | + |  | + |
| Farklı canlı türleriyle karşılaştırma | + | + |  | + |

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 yanılgılı anlama şekillerinin takip ettiği en az ise yanlış anlama şekillerine sahip oldukları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının organlar, sindirim süreci ve sindirim çeşitleri ile ilgili yanlış anlama şekline sahip olmadıkları ancak farklı sistemlerle ilişkisi ve farklı canlı türleriyle insan sindiriminin karşılaştırılması noktasında yanlış anlama şekillerine sahip oldukları belirlenmiştir. En fazla kavram yanılgılı anlama şeklinin yer aldığı temalar ise organlar, sindirim süreci ve sindirim çeşitleri ile ilgili anlama şekilleri temalarında yer almaktadır.

1. **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 Şekil 4’te sunulmuştur.

**Anlama Şekilleri (Sonra)**

\*Sindirim sistemindeki organlar birbiriyle uyum içindedir.

\*Sindirim hızı yüzey alanı ile doğru orantılıdır, bir süre sonra sabitlenir.

\*Enzimler protein yapısında oldukları için sindirilirler.

\*İnsanlar hücre dışı sindirim yaparlar, hücre içi sindirim yapmazlar.

\*Fiziksel olarak sindirilen besinler amipler için işe yarar çünkü amipler hücre içi sindirim yaparlar.

\*Fiziksel olarak sindirilen besinler insanlarda damarları tıkar.

\*İnsandaki mide içinde gerçekleşen sindirim hücre dışı sindirimdir.

\*İnsandaki mide amipteki besin kofuluna benzer; insan sindirim enzimlerini mideye gönderir, amipse besin kofuluna.

**Anlama Şekilleri (Önce)**

\*Sindirim sistemindeki organlar birbirinden bağımsız hareket ederler.

\*Sindirim=Kimyasal sindirim

\*Besinlerin sindirimi bir noktada başlar bir başka noktada son bulur.

\*İki çeşit sindirim vardır.

\*Sindirim ile solunum ilişkilidir.

\*Kanın sindirim ile ilişkisi yok, sadece sindirileni taşır.

\*Besinler damardan verilirse bireyin dengesi alt üst olur.

\*İnsan ve amip besinleri alma açısından benzerdir.

\*İnsan ve bakteri kendileri için gerekli besini alıp kullanabileceği hale getirme bakımından benzerdir.

**EGS tabanlı öğretim**

Şekil 4. Asuman’ın anlama şekillerinde meydana gelen değişim

Asuman’ın uygulamalar öncesinde organlarla ilgili yapmış olduğu açıklamalarda doğru bilgiler sunmuş olsa da organların yalnızca tek bir görevine odaklandığı, organların birbiri ile bağlantılı olduğunu ifade etse de bu bağlantının tam olarak nasıl olduğunu açıklayamadığı ve genelde birer cümle ile açıkladığı belirlenmiştir.

*İnce bağırsakta yağ sindirimi olacağına göre bu aksar.*

*Mide alındığında protein ve karbonhidrat sindirimi aksar.*

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.

*Şimdi protein midede başlıyor sindirilmeye, protein midede bir yere kadar sindiriliyor, tamamen küçülmüyor, atıyorum tripeptit halinde bağırsağa gönderiyor (video kaydı).*

*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 fiziksel ve kimyasal sindirim olarak ayrı ayrı ifade etse de, yaptığı açıklamada sindirimi kimyasal sindirim olarak ele aldığı belirlenmiştir.

*Protein sindirimi ağızda olmaz, mideye geçer ve incebağırsakta son bulur.*

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 parçalanan yapıların miktarının hem de safra kesesinin belli olan hacmine depolanan tuzun miktarının sabit olmasından dolayı, artan sindirim hızı bir süre sonra sabitlenecektir.*

Asuman için sindirim denildiğinde akla gelen her ne kadar fiziksel ve kimyasal sindirim olsa da önceliğin kimyasal sindirim olduğu açıktır. Bunun yanında sindirim çeşitlerinden hücre içi ve hücre dışı sindirimdense hiç bahsedilmediği belirlenmiştir. Ancak uygulama sonrasında arkadaşlarıyla yaptığı tartışmalar sonrasında istenilen anlama şekline ulaştığı söylenebilir.

*Biz besini aldığımızda ağzımızda 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 dolaşımla 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. Damardan verilen besinlerin bağışıklık sistemini harekete geçirmesinden ziyade, damarları tıkayacağından bahsetmiştir.

*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.*

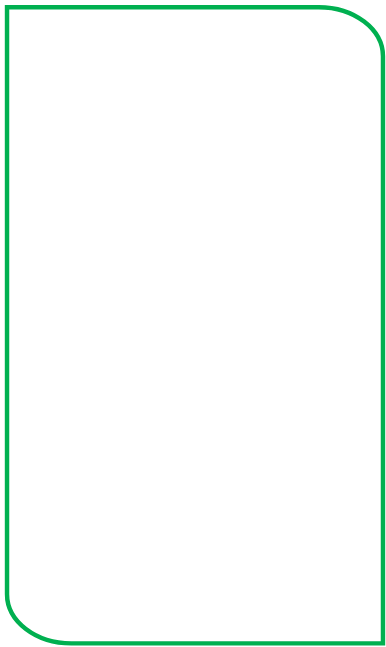
Bu etkinlik sonrasında her ne kadar Asuman istenilen anlama şeklini geliştiremese de, daha önceki etkinlikte edindiği bilgileri burada kullanabilmiştir. Asuman “Kıymatik” isimli aletin amiplerde işe yarayacağını çünkü onlarda hücre içi sindirim gerçekleştiğini belirtmiştir.

*Amipte bu icadın işe yaramasının sebebi, fiziksel olarak küçülen besinin amipte sindirim enziminin olduğu yere gönderilmesidir. Ama insanda kana verildiğinde besin, kanda sindirim enzimi olmadığı için sindirilmesi mümkün değil.*

Asuman, insan ve amibi besin alma açısından, 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 yanılgılı; sindirim çeşitleri ile ilgili yetersiz; sistemler arası ilişkilerle ilgili yüzeysel ve kavram yanılgılı ve farklı canlı türleri ile insan sindirimini karşılaştırmada yetersiz ve kavram yanılgılı iken uygulama sonrasında sırasıyla yeterli, yeterli, yeterli, yetersiz ve kavram yanılgılı ve son olarak yeterli olarak değişmiştir.

Barış’ın anlama şekillerinde meydana gelen değişim Şekil 5’te sunulmuştur.



**Anlama Şekilleri (Önce)**

\*Organlardan herhangi biri çıkarılırsa yaşam fonksiyonlarında bir sorun çıkar.

\*Yağ sindiriminde safra kesesi ve pankreas görev alır.

\*Mide sadece sindirim yapar.

\*Sindirim=kimyasal sindirim

\*Besinlerin sindirimi bir noktada başlar, bir noktada sonlanır.

\*Dört çeşit sindirim vardır.

\*İnsan hücre dışı sindirim yapar.

\*Mekanik sindirim büyük besinlerin ağızda parçalanmasıdır.

\*Sindirim ile solunum ilişkilidir.

\*Sindirim ile dolaşım ilişkilidir.

\*İnsanda midenin yaptığı görev bakterinin yaptığı sindirime benzer.

\*İnsan ve bakteri hücre dışı sindirim yapar.

İnsanda hücre içi gerçekleşen olaylarla amibin hücre içi sindirimi benzerdir.

**EGS tabanlı öğretim**

**Anlama Şekilleri (Sonra)**

\*Sindirim sistemindeki organlar birbiriyle ilişkilidir.

\*Karaciğer olmazsa safra olmaz ve yağların sindirimi olmaz.

\*Yağ sindiriminde karaciğer ve pankreas görev alır.

\*Mide depolama yapar ve doygunluk hissi oluşturan reseptörleri vardır.

\*Karaciğer olmazsa safra olmaz ve yağların sindirim hızı düşük olur.

\*Sindirim sürecine substrat konsantrasyonu, yüzey alanı, sıcaklık ve pH etki eder.

\*Enzimler protein yapısında oldukları için sindirilirler.

\*İnsan ve bakteri hücre dışı sindirim yapar.

\*Besinlerin damardan verilmesi damarları tıkar.

\*İnsanda sindirim kanalında gerçekleşen olaylar bakteri sindirimine benzer.

\*Amiplerdeki besin kofulunun çalışma prensibi, monomerlerin yakılmasına benzer. İkisi de hücre içinde gerçekleşir.

\*Midenin depolama görevini amipte besin kofulu yapmaktadır.

Şekil 5. Barış’ın anlama şekillerinde meydana gelen değişim

Barış’ın sindirim sisteminde yer alan organların görevlerine ilişkin anlama şekli organlardan herhangi birinin çıkarılması halinde bir sorun çıkacağı yönündedir. Verdiği cevaplar organ bazında ele alındığında mide örneği aşağıdaki gibi benzer anlama şekline sahip olduğu görülmektedir ve bu durum diğer organlar için de benzer şekilde yer almaktadır.

*Midenin olmadığı yerde protein sindirimi olmaz ve bu besinin eksikliği durumu oluşur. Daha sonra vücutta tamir mekanizması biter (DBT).*

*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 (Yarı-yapılandırılmış mülakat)*

Uygulama sonrasında Barış’ın anlama şeklinde bir 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.*

Sindirim süreci sindirim sisteminde yer alan organlarla ve bu organlarda gerçekleşen olaylarla ilişkilidir. 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 Barış’ın sindirim süreci ile ilgili olarak substrat konsantrasyonu, yüzey alanı ve pH etki eder ve enzimler protein yapısında oldukları için sindirilirler şeklinde anlama şekilleri gelişmiştir. İlk anlama şekline ilişkin örnek alıntılar aşağıdaki gibidir.

*Safra tuzları yağları mekanik olarak parçalamazsa, yüzey alanı artırılmadığından sindirim hızı yavaşlar.*

*Ortamda ne kadar enzim olursa o kadar çok iş yapar ama belli bir süre sonra besin miktarı sabit olacağından sindirim hızı sabit kalır.*

Barış’ın sindirim çeşitleri ile ilgili ifade etmesi beklenilen tüm sindirim çeşitlerinden bahsetmiştir. Barış’ın sindirim çeşitleri ile ilgili anlama şeklinde “istenmeyen” olarak nitelendirilebilecek olan tek kısım kimyasal sindirimi sindirimin geneline eşit tutması, ağız dışında 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, kastettiği aslında kimyasal sindirimdir.

*Karbonhidratların sindirimi ağızda tükürük salgısıyla birlikte gerçekleşir.*

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

*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.*

Barış sahip olduğu doğru anlama şekillerini geliştirmenin yanı sıra arkadaşlarının anlama şekillerinin gelişmesine de katkı sağlamıştır.

Barış’ın özellikle sindirimi daha çok dolaşımla ilişkilendirdiği belirlenmiştir.

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 kalınırdı*” şeklinde açıklamıştır.

Uygulama sürecinde gerek araştırmacının grupla yaptığı tartışmalar, gerekse Barış’ın grup arkadaşlarıyla yaptığı tartışmalarda sunduğu açıklamalar onun istenilen anlama şeklini geliştirdiğini ve sindirim ile bağışıklık sistemi arasındaki ilişkiyi kurduğunu düşündürtmektedir. Ancak bireysel raporunda bu ilişkiye yer vermediği belirlenmiştir. Barış’ın bu bilgiye ilişkin açıklama yapmamış olması bilgiyi içselleştiremediğini düşündürtmektedir. Bu nedenle yetersiz anlama şekline sahip olduğu söylenebilir.

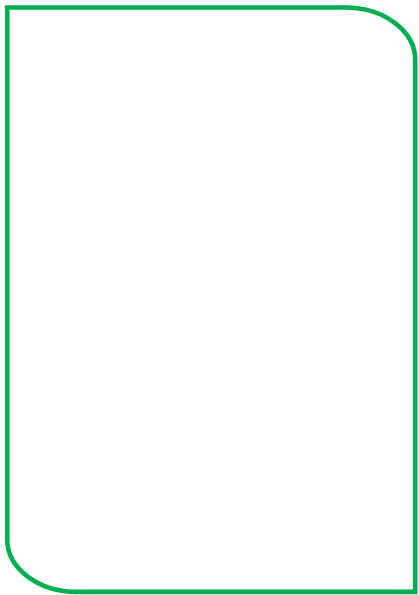
Barış’ın uygulamalar öncesi farklı canlı türlerinde gerçekleşen sindirim ile insan sindirimini karşılaştırmasında yeterli bir anlama şekline sahip olduğu belirlenmiştir.

*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.*

*Amipler besinlerine yalancı ayaklarla gider, sonra etrafını kuşatır ve besini vücuda bir bütün şeklinde alıp hücre içinde sindirir. Ancak insanlarda böyle değildir. Hücreler yalancı ayak oluşturmazlar ama zarlarından geçen molekülleri lizozomda hücre içinde sindirmeleri benzerdir.*

Barış’ın uygulama öncesi organlarla ilgili yüzeysel; sindirim süreci ile ilgili yetersiz; sindirim çeşitleri ile ilgili yeterli ve kavram yanılgılı; 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 Şekil 6’da sunulmuştur.

Şekil 6. Çiğdem’in anlama şekillerinde meydana gelen değişim

**Anlama Şekilleri (Önce**)

\*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, fiziksel sindirim 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.

**EGS tabanlı öğretim**

**Anlama Şekilleri (Sonra)**

\*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.

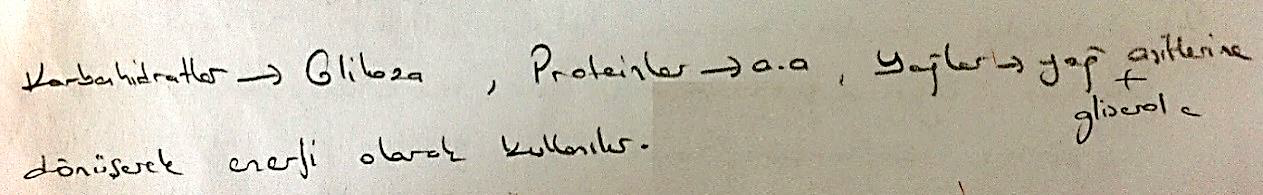
\*Amipteki besin kofulu sindirim enzimlerinin buraya salgılanması bakımından insandaki mideye benzer.

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.



Görsel 4. Çiğdem’in DBT’ye verdiği cevap

Karbonhidrat ve yağların sindirim sürecine ilişkin olarak aşağıdaki gibi açıklamalar yapmıştır.

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

*Yağ ve protein sindirimi midede başlar. (DBT)*

Çiğdem etkinlik esnasında gerçekleştirilen tartışmalarda sorunu daha iyi içselleştirmek ve arkadaşlarına açıklamak adına metafor yapmıştır.

*Karıncaları düşünelim mesela. Karıncalar bir bütünü mü daha kolay taşır, parçaları mı yoksa?*

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 fiziksel 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 yanılgılı anlama 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 anlama şekillerinin yetersiz ve kavram yanılgılı 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.

*İnsanlar besini ağız yolu ile alıp, sindirim sistemi yolundan geçerken sindirim enzimleri ile daha küçük parçalara ayırır. En küçük parçaya ayırdıktan sonra da hücre membranından içeriye alarak enerjiye dönüştürür. Tıpkı karbonhidratların glikoza kadar parçalanıp hücrede enerjiye dönüşümü gibi. Buraya kadar hücre dışı sindirimi gerçekleştirmiş oldu. Sonraki safhada glikozdan enerji dönüşümü hücre içerisinde gerçekleşeceği için hücre içi sindirim yapar (Etkinlik-7-Bireysel rapor).*

*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 anlama 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 karşılık beklenen anlama 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 anlama şekillerini sergilese de tıkanmanın neden ileri geldiğine yönelik daha ayrıntılı bilgiler vermesi onun anlama 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 yanılgılı; sistemler arası ilişkilerle ilgili yetersiz ve kavram yanılgılı 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.

Uygulamalar öncesinde yapılan DBT ve yarı-yapılandırılmış mülakatlar sonucunda sindirim süreci ve sindirim sistemi ile ilgili anlama şekillerinin beş tema altında toplandığı belirlenmiştir. Bunlar organlar, sindirim süreci, sindirim çeşitleri, sistemler arası ilişkiler ve farklı canlı türlerindeki sindirimin insan sindirimi ile karşılaştırılması şeklindedir. Öğretmen adaylarının bu temalar içerisinde yer alan anlama şekilleri ise yetersiz, yüzeysel, kavram yanılgılı ve yanlış anlama olarak 4 kategoride toplanmıştır.

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 birbiriyle karıştırılmıştır. Çakıcı (2005) midenin sindirim ile ilişkilendirilmesinde günlük hayattaki beslenmenin mide ile ilişkisinin kuruluyor olmasına dikkat çekerken Cerrah-Özsevgeç (2007) öğrencilerin midenin sindirme görevlerinin yanında eritme, yanma, besin depolama, besini enerjiye döndürme gibi görevlerle ilişkilendirdiklerini belirtmiştir. Bunun yanında öğretmen adaylarının safra kesesinin görevi ile ilgili kavram yanılgılı 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 verilmesindense organların bireysel olarak verilmesine dikkat edilmelidir ( Reiss vd. (2002).

Öğretmen adaylarının sindirim süreci ile ilgili sahip oldukları yüzeysel ve kavram yanılgılı anlama şekilleri organlarla ilgili anlama şekilleriyle paralellik göstermektedir. Yüzeysel anlama şekline sahip olan öğretmen adayları sindirim 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 kullanıldığı 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 kullanıldığı 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 & Reiser, 2007). Öğretmen adaylarının dikkat çeken bir diğer kavram yanılgılı anlama şekli ise, tüm sindirim sürecini fiziksel sindirimden bahsediyor olsalar bile kimyasal sindirim olarak ele almalarıdır. Bunun yanında fiziksel ve kimyasal sindirimden bahsederken ayrı ayrı, birbirini takip eden veya fizikselin önce kimyasalın sonra gerçekleşen süreçlermiş gibi ifade etmişlerdir. Benzer kavram yanılgılarına literatürde de rastlanmıştır. Özkan öğrencilerin mide özsuyu her şeyi sindirir, sindirimin son bulduğu organ kalın bağırsaktır ve fiziksel sindirim sadece ağızda gerçekleşir şeklinde kavram yanılgılarına sahip olduğunu belirlemiştir (Özkan, 2017). Öğretmen adaylarının fiziksel 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 ileri geldiği söylenebilir. 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 fiziksel 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 ve en iyi örnek olarak amip ve bakteri görsellerine yer verilmesinden 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 & Olivan, 2000; Carvalho, Dantas & 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 bağışıklık sistemiyle olan ilişkisinde besinlerin damardan verilmesi halinde dengenin bozulacağı, damarların tıkanacağı şeklinde dikkat çeken yetersiz anlama şekilleri ortaya konmuştur. Ancak sindirimin bağışıklık sistemiyle olan ilişkisini ortaya koyan bir başka çalışmaya rastlanmamıştır. Her ne kadar böyle bir çalışmaya rastlanmamış olsa da ilişki kurulamayışının nedeni olarak kitaplarda bu ilişkiyi ortaya koyan bir bilgiye rastlanmayışı gösterilebilir (Carvalho, Silva & Clement, 2007). Bunun yanında mevcut çalışmada öğretmen adaylarının insanların hücre içi solunum yaptıkları şeklindeki kavram yanılgılı 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 sindiriminin kıyaslandığı bu canlılardan daha üstün olduğu şeklindeki inanış 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 gösterseler 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 nesneler 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 anlamanın 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 fiziksel 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 şeklinde değişirken; Barış’ın sahip olduğu kavram yanılgıları ortadan kalkmıştır. Sindirim sistemi literatürde en fazla solunum ve dolaşımla 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 şeklinde 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 etkililiği 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 tartışılması sonucu aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır:

* Öğretmen adaylarının sindirim süreci ve sindirim sistemi konu alan bilgisi ile ilgili önemli eksiklikleri bulunmaktadır.

### EGS tabanlı öğretim yönergesi sindirim süreci ve sindirim sisteminin öğretiminde kullanılabilecek 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 Gereklilik 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 kullanılabilecek 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 açsısından özgündür. Bilimsel literatüre, öğretmen eğitimine 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.

Bahar, M. (2003). Misconceptions in biology education and conceptual change strategies. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 3(1), 55-64.

Banet, E. and Nunez, F. (1988). Ideas de los alumnos sobre la digestion: Aspectos Anatomicos. Ensenanza 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. doi: 10.1186/1472-6920-13- 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. and 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. and 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. and Clement, P. (2004). Portuguese primary school children’s conceptions about digestion: Identification of learning obstacles. International Journal of Science Education, 26(9), 1111-1130.

Cerrah Özsevgeç, L., Artun, H. ve Ünal, M. (2012). The effects of Swedish knife model on students’ understanding of the digestive system. Asia-Pasific Forum on Science Learning and Teaching, 13(2), 1-21.

Cohen, L., Manion, L. and Morrison, K. (2007). Research methods in education, 6th ed. NewYork: Routledge.

Creswell, J. W. (1998). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions. Thousand Oaks, CA: Sage Publications Inc.

Creswell, J. W. (2007). Qualitative inquiry &amp; 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.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. and Wood-Robinson, V. (1994). Making sense of secondary science: Research into children’s ideas. London and New York: Routledge.

Duncan, R. G. and 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 ınstruction versus meaningful learning theory in teaching basic structured query language (SQL) in computer lesson. *Computers & Education*, 55(3), 1287-1299.

Grotzer, T. A., and 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., and 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 yanılgılarının nedenleri. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED), 3(2), 149-177.

Hakim, A., Liliasari, Kadarohman, A., & Syah, Y. M. (2016). ımprovement 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: ısolation 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 &amp; R. Zaskis (Eds.). Learning and Teaching Number Theory. In C. Maher (Eds.), Journal of Mathematical Behavior (pp.185-212), New Jersey: Ablex Publishing Corporation,

Hassouni, T., El Madh, Y., Ameziane, N., Briki, S. and Benhssine, H. (2013). Representations of secondary school learners about the digestion concept. Wyno Academic Journal of Education al Research and Essays, 1(4), 59-63.

İlhan, S. (Ed.) (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 ınstruction: 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. and 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), 15-27Odabaşı 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, Cilt: 5, Özel Sayı, Makale No: 5, ss: 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, Yayımlanmamış 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), 84-103Rebekah M. Lieu, Andrew Gutierrez and Justin F. Shaffer (2018). Student perceived difficulties in learning organ systems in an undergraduate human anatomy course. *HAPS Educator,* 22(1), 84-92. doi: 10.21692/haps.2018.011

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 İki Aşamalı Test Geliştirilerek Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi) Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri. *Yüksek Lisans Tezi*

Öztaş, H., Özay, E. and Öztaş, F. (2003). Teaching cell division to secondary school students: An investigation of difficulties experinced by Turkish teachers, Journal of Biological Education, 38(1), 13-15.

Preece, J. and 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. and 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. and 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. ve Van Rooy, W. (2002). An international study of young peoples’ drawings of what is inside themselves. Journal of Biological Education, 36(2), 1-7.

Rowlands, M. (2004). What do children think happens to the food they eat? Journal of Biological Education, 38(4), 167-171.

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. and 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.

Songer, C. J. and Mintzes, J. J. (1994). Understanding cellular respiration: An analysis of conceptual changes in college biology. Journal of Research in Science Teaching, 31(6), 621 637.

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 yanılgılarının saptanması. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24, 101-107.

Tekkaya, C., Özkan, Ö. and Sungur, S. (2001). Biology concepts perceived as difficult by Turkish high school students. Hacettepe University Journal of Education, 21, 145–150.

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, Cilt: 11, ss: 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 (III), 83-130.*  doi: 10.9761/JASSS6959.

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, Özkan ve Sungur, 2001). 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 memorising", 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**

The 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 has been done with three of the preservice teachers in order to both develop desired ways of understanding and reveal the effect of DNR based instruction. The data was collected from f Knowledge Determination Test (KDT), semi-structured interviews, individual reports and video recordings. Data were analysed 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 teachers ways of understanding about organs are superficial, inadequate and misconceptions, about digesiton 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. Preservice 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 possesed 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 preservice 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 cassociate digestive system with respiration and circulation had difficulty in establishing their relationship with the immune system. While preservice 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.