



Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi

Hacettepe University Journal of Education

e-ISSN: 2536-4758



Bilimsel Tartışma Odaklı Öğretimin Öğrencilerin Fotosentez ve Solunum Kavramlarını Anlamalarına Etkisinin İncelenmesi*

Birsen SİYAH**, Nevzat YİĞİT***, Ebru MAZLUM GÜVEN****

Makale Bilgisi	ÖZET
<i>Geliş Tarihi:</i> 04.11.2019	Bu araştırmanın amacı Toulmin'in bilimsel tartışma modeline göre geliştirilen etkinliklerin 8. sınıf öğrencilerinin fotosentez ve solunum kavramlarını anlamalarına etkisini incelemektir. Yarı deneysel modelde yürütülen araştırmanın ön deneme uygulaması 2017-2018 yılında, asıl uygulaması ise, 2018-2019 yılında toplam 40 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda fen bilimleri dersi öğretim programında belirtilen öğretim yöntem ve teknikleri ile Eğitim Bilişim Ağı (EBA), deney grubunda ise Toulmin'in Tartışma yöntemine göre geliştirilen etkinlikler ile EBA kullanılmıştır. Deney grubundaki öğretim sürecinde bilimsel tartışma odaklı etkinlikler çalışma yaprakları ile uygulanmıştır. Geliştirilen etkinlikler, bir fen eğitimi uzmanı ve iki fen bilimleri öğretmeni tarafından kapsam geçerliği yönüyle incelenmiştir. Araştırma verileri, açık uçlu ve iki aşamalı sorulardan oluşan Fotosentez ve Solunum Kavram Testi ile toplanmıştır. Ölçme aracı ön test, son test ve geciktirilmiş test olarak gruplarda uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre deney ve kontrol gruplarının başarıları arasında farklılık bulunmamasına rağmen deney grubundaki öğrencilerin kavramsal anlamaları ile kontrol grubundaki öğrencilerin kavramsal anlamaları arasında farklılıklar belirlenmiştir. Deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna göre, insan-besin ilişkisi, insan- enerji ilişkisi, fotosentezin amacı, solunumun amacı ile ilgili kavramsal anlamada daha başarılı oldukları, olayları neden-sonuç ilişkisi kurarak, detaylı bir şekilde açıkladıkları görülmüştür. Anahtar Sözcükler: Bilimsel tartışma odaklı öğretim, Toulmin tartışma modeli, kavramsal anlama, fotosentez ve solunum
<i>Kabul Tarihi:</i> 09.11.2020	
<i>Erken Görünüm Tarihi:</i> 10.11.2020	
<i>Basım Tarihi:</i> 30.04.2022	

The Effect of Scientific Argumentation on Students' Understanding of Photosynthesis and Respiration Concepts

Article Information	ABSTRACT
Received: 04.11.2019	The purpose of this study is to determine the effect of activities developed according to scientific argumentation on understandings of 8 th grade students' photosynthesis and respiration concepts. A quasi experimental design was applied. The pilot study was carried out in 2017-2018 academic year and the main study was carried out in 2018-2019 academic year with the number of 40 students. Educational Informatics Network (EIN) and teaching methods and techniques which were suggested in Science curriculum were applied in control group. For the treatment group, activities based on The Toulmin's Model of Argument and Educational Informatics Network (EIN) were used. Worksheets which were prepared according to scientific argumentation were engaged in treatment group's activities. Content validity of the developed activities was ensured by an expert in science teaching and two science teachers. Data was drawn from Photosynthesis and Respiration Concept Test (PRCT) which involved open-ended and two phased questions. The measurement tool was conducted as a pretest, post-test and delayed test in groups. Findings from the study showed that there was no significance difference between the achievement of treatment and control group however, treatment group had greater progress on learning human-food and human-energy relationships, the purpose of photosynthesis and respiration. It was also seen that students in treatment group showed greater performance while explaining topics in detail and expressing cause and effect relationships of concepts. Keywords: Scientific argumentation, Toulmin's model of argument, conceptual understanding, photosynthesis and respiration
Accepted: 09.11.2020	
Online First: 10.11.2020	
Published: 30.04.2022	

doi: 10.16986/HUJE.2020064478

Makale Türü (Article Type): Araştırma Makalesi

Kaynakça Gösterimi: Siyah, B., Yiğit, N., & Mazlum Güven, E. (2022). Bilimsel tartışma odaklı öğretimin öğrencilerin fotosentez ve solunum kavramlarını anlamalarına etkisinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(2), 455-470. doi: 10.16986/HUJE.2020064478

* Bu çalışma, birinci yazarın yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

** Öğretmen, Fevzipaşa Ortaokulu, Gümüşhane-TÜRKİYE. e-posta: birsensiyah82@gmail.com (ORCID: 0000-0001-8633-5394)*** Prof. Dr., Trabzon Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D., Trabzon-TÜRKİYE. e-posta: nyigit@trabzon.edu.tr (ORCID: 0000-0001-7363-1637)**** Arş. Gör., Trabzon Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Trabzon-TÜRKİYE. e-posta: eumazlum@gmail.com (ORCID: 0000-0002-7758-4177)

1. GİRİŞ

Ülkemizde 2000 yılından itibaren dünyadaki eğitim reformlarından etkilenecek öğretim programlarında birçok değişiklik yapılmıştır. Eğitimde dünyadaki yerimizi gösteren PISA sınavlarında fen okuryazarlığı açısından gerilerde kalmamız programlarda yeniden bir revize arayışına girilmesine neden olmuştur (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013). Böylece geliştirilen yeni Fen Bilimleri Öğretim programıyla hedeflendiği gibi iyi bir fen okuryazarı nesiller oluşturabilecek beceriler önem kazanmıştır. Fen Bilimleri öğretim programında muhakeme yeteneği, analitik ve bilimsel düşünme yanında karar verebilme becerilerinin istenilen seviyeye getirilebilmesi için öğrencilerin bilinçli olarak kendisini fark edip kendi öğrenme sorumluluğunu üstlenen ve bu bağlamda araştırma-sorgulama ve tartışma stratejisini esas alan araştırma-sorgulama yaklaşımı temel alınmıştır (MEB, 2018). Araştırma-sorgulama yaklaşımında, öğrencilerin yeni bir şeyler deneyerek keşfetmelerinden ziyade olayları “doğru gerekçe” ve “doğru argümanlarla” ifade etmeleri üzerinde durulmaktadır. Bu bağlamda tüm öğrencilerin fen okuryazar olarak yetişmelerini sağlamak adına araştırma sorgulamayı ön planda tutacak bilimsel becerilerin kazandırılacağı eğitim-öğretim ortamlarının oluşturulmasına çalışılmaktadır (Ulu ve Bayram, 2015).

Araştırmalar, bireylerin hem bilişsel hem de bireyler arası etkileşim ve iletişimin temel alındığı sosyal becerilerini geliştirecek yöntemlerin kavramsal değişim üzerindeki etkililiği üzerine yoğunlaşmaktadır (Bilen ve Aydoğdu, 2010; Dilek, 2006; Nacaroglu ve Mutlu, 2016; Parim, 2009). Birbiriyle zıt olan iki olay arasındaki karşıtlığı açıklamak için yapılan her türlü zihinsel işlemlerden oluşan bilimsel tartışma (argümantasyon) öğrenciyi etkin bir şekilde merkeze alan bu yöntemlerden biridir (Kaya ve Kılıç, 2010).

Bilimsel tartışmanın farklı araştırmacılar tarafından farklı tanımları yapılmıştır. Toulmin tanımlamasında bilimsel tartışmanın temel öğelerinin iddia, veriler, gerekçeler yanında destekleyiciler, çürütücüler ve sınırlayıcılardan oluştuğunu ifade etmiştir (Simon, Erduran ve Osborne, 2006). Bu öğelerden veri, iddia ve gerekçe, tartışmanın temelini oluştururken, destekleyici, çürütücüler ve sınırlayıcılar yardımcı öğelerdir. Kaya ve Kılıç’a (2008) göre iyi bir argümanın oluşturulabilmesi için veri, iddia ve gerekçenin muhakkak olması gerekirken, kalan diğer öğelerin olması ise argümanın daha çok geçerliğine fayda sağlar. Bu bağlamda altı öğenin hepsinin her tartışmada olması bir zorunluluk değildir. Bu yöntemin temel yapısı şu cümledeki gibidir: “Çünkü (veri) olduğu için (gerekçe) bakımından (destek)bu nedenle (sonuç)” (Gültepe, 2011). Derslerde bilimsel tartışma odaklı öğretimin kullanılması, öğrencilerin derslerinde öğrendikleri bilgileri günlük hayatta kullanarak karşılaştıkları herhangi bir sorunda doğru kararı vererek kolayca çözmelerini sağlar (Simonneaux, 2001).

Alanyazında bilimsel tartışmayla ilgili yapılmış çalışmaların büyük bir kısmında bilimsel tartışmanın çeşitli alanlardaki beceriye etkisi araştırılmıştır. Bilimsel tartışmanın öğrencilerin akademik başarısını olumlu yönde etkilediği pek çok çalışmada görülmektedir (Aktaş, 2017; Altun, 2010; Aslan, 2012; Aydoğdu, 2017; Balci, 2015; Ceylan, 2012; Çinici, Özden, Akgün, Herdem, Karabiber ve Deniz, 2014; Demirel, 2015; Güler, 2016; Okumuş, 2012; Öğreten ve Uluçınar-Sağır, 2014; Özkara, 2011; Polat, 2014; Ünal ve Yıldız, 2016; Yeşildağ-Hasançebi ve Günel, 2013; Yeşiloğlu, 2007). Ayrıca bilimsel tartışma odaklı öğretim ile öğrencilerin akademik başarıları hedef alındığı kadar kavramsal anlamaların araştırıldığı çalışmalara da sıklıkla rastlanmaktadır (Aslan, 2012; Boyraz, Hacıoğlu ve Aygün, 2016; Çınar, 2013; Çinici vd., 2014; Dawson ve Venville, 2009; Gümrak, 2013; Kaçar ve Balım, 2018; Okumuş, 2012; Öztürk, 2013; Tekeli, 2009; Tola, 2016; Yalçınkaya, 2018; Yeşiloğlu, 2007). Bilimsel tartışma odaklı öğretimin öğrencilerin mantıksal düşünme becerilerini (Aydın ve Kaptan, 2014) bilimsel süreç becerilerini (Keçeci ve Kırbağ-Zengin, 2016; Şensoy ve Yıldırım, 2017) ve karar verme becerisini (Kardas, 2013) artırdığı çalışmalar mevcuttur.

Bilimsel tartışma ortamına zemin hazırlayan birçok öğretim stratejisi vardır. Bunlara ifadeler tablosu, hikayelerle yarışan teoriler, argüman oluşturma, TGA, karikatürlerle yarışan teoriler, deney tasarlama, modellerle tartışma örnek verilebilir (Erduran, Ardaç ve Güzel, 2004). Alanyazında bilimsel tartışmanın fen derslerinde uygulanmasının öğrencilerin ve öğretmen adaylarının görüşlerine dayalı olarak değerlendirildiği çalışmalar da oldukça fazladır (Aydın, 2013; Karamustafaoğlu ve Celep-Havuz, 2016). Yapılan bu çalışmaların dışında sayısı az olmakla birlikte bilimsel tartışmaya yönelik fen bilimleri öğretmenlerinin görüşlerinin alındığı çalışmalar da bulunmaktadır (Namdar ve Tuskan, 2018; Özcan, Aktamış ve Hiğde, 2018). Yapılan çalışmalar incelendiğinde bilimsel tartışmanın biliş üstü ve mantıksal düşünme becerilerini (Aydın ve Kaptan, 2014), yaratıcılık becerisini (Cevher, 2015), bilimin doğasını (Boran, 2014; Uluçınar-Sağır 2008), başarıyı (Altun, 2010; Polat, 2014), karar verme ve problem çözme (Kardas, 2013), argüman oluşturabilme (Demirbağ ve Günel, 2014; Deveci, 2009; Günel, Kingir ve Geban, 2012), bilimsel süreç becerileri (Çınar, 2013), çevre okuryazarlığı becerisi (Fettahoğlu, 2012), sorgulayıcı öğrenme becerisi (Küçük, 2012), tartışma becerisi (Uluçınar-Sağır, 2008) gibi birden fazla beceri gelişimine katkıda bulunduğu çoğu çalışmada tespit edilmiştir.

Bilimsel tartışma ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde son dönemlerde sosyobilimsel konulara önem verilse de farklı örneklerde bilimsel tartışmanın kavramsal anlamaya etkisinin araştırıldığı çalışmaların genellikle katı basıncı (Demirel, 2015), asit- baz (Tekeli, 2009), madde ve ısı (Tola, 2016), seri bağlı devreler (Kaçar ve Balım, 2018), gazlar (Yeşiloğlu, 2007), kimyasal denge (Aslan, 2012), madde ve ısı (Okumuş, 2012), kuvvet ve iş (Büber, 2015), erime ve çözünme (Boyraz vd., 2016),

elektrik (Öztürk, 2013) konuları gibi fizik ve kimya konularında olduğu görülmektedir. Alanyazında biyoloji konusunda çalışmalara rastlansa da (Çinici vd., 2014; Yalçınkaya, 2018) çalışma kapsamında yeterli olmadığı düşünülmektedir.

Fen Bilimleri dersinde sık yanlışlığa düşülen biyoloji konularından biri “Fotosentez ve Solunum” (FSK) konusudur (Bacanak, Küçük ve Çepni, 2004; Bilen ve Aydoğdu, 2010; Köse ve Uşak, 2006; Orbanic, Dimec ve Cencic, 2016; Parim, 2009; Tekkaya ve Balci, 2003; Tlala, Kibirige ve Osodo, 2014). Yapılan araştırmalar FSK’ları ile ilgili kavram yanlışlarının ilköğretimden başlayıp üniversiteye kadar devam ettiğini ortaya koymaktadır (Bilen ve Aydoğdu, 2010; Nacararoğlu ve Mutlu, 2016). FSK’nın iyi bir şekilde öğrenilememesi diğer biyoloji konularının da kavram yanlışlarıyla birlikte öğrenilmesine neden olmaktadır. Bu durum fotosentez ve solunum kavramlarının anlaşılmasına yönelik çalışmaları önemli hale getirmektedir. FSK’nın anlaşılmasında farklı yöntemlerin etkililiğini araştıran pek çok çalışma alanyazında yer almaktadır (Atıcı ve Atıcı, 2012; Kumlu, Yürük ve Yurtdaş, 2012; Öztürk, 2011; Ross, Tronson ve Ritchie, 2005). Fakat bu kavramların öğretimine yönelik ülkemizde bilimsel tartışmanın etkililiğini araştıran çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte bu kavramların ortaokulun ilk sınıflarında doğru olarak öğrenilememesi sonucu oluşabilecek kavram yanlışları üniversitelere kadar taşınmaktadır (Bacanak vd., 2004; Nacararoğlu ve Mutlu, 2016). Bu nedenle bu çalışma 8. sınıf FSK’nın bilimsel tartışma odaklı etkinliklerle öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisini belirlemek ve öğretim sürecini değerlendirmek açısından önemlidir.

Fen bilimleri ve biyolojinin temel kavramlarından birisi olan fotosentez ve solunum kavramlarının etkin bir şekilde anlaşılması canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürmeleri için gerekli olan enerji, enerjinin dönüşümü gibi diğer biyoloji kavramlarının anlaşılmasında önemli görülmektedir (Köse ve Uşak, 2006). FSK’ya yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde kavram karikatürü (Ekici, Ekici ve Aydın, 2007; Şaşmaz-Ören, Karatekin, Erdem ve Ormanlı, 2012), Vee diyagramı (Kırılmazkaya, Kırbag-Zengin, 2016), başarı testi (Atıcı ve Atıcı, 2012; Bayrak, 2008; Dilek, 2006; Mutlu, 2004; Nacararoğlu ve Mutlu, 2016; Parim, 2009; Tlala vd., 2014) iki aşamalı çoktan seçmeli sorulardan oluşan kavram testi (Köse, 2004; Köse ve Uşak, 2006; Uzunhasanoğlu, 2017) açık uçlu, doğru yanlış ve iki aşamalı çoktan seçmeli sorulardan oluşan kavram testi (Amir ve Tamir, 1994; Bacanak vd., 2004; Güneş, Dilek, Hoplan ve Güneş, 2011; Karagöz, 2016; Köse, Ayas ve Taş, 2003; Parim, 2009; Tekkaya ve Balci, 2003; Töman ve Odabaşı Çimer, 2015), üç aşamalı test (Oluk ve Oluk, 2016), kısa cevaplı açık uçlu sorulardan oluşan kavram testi (Atik, 2007), anket (Çokadar, 2012; Köse, Ayas, Coştu ve Karamustafaoğlu, 2004; Öztaş, Özay ve Öztaş, 2003; Tlala vd., 2014), çizim (Z. Kaya, 2010), mülakat (Bayrak, 2008; Ekici vd., 2007; Kaya, Z. 2010; Köse, 2004; Köse vd., 2004), tutum ölçeği (Atıcı ve Atıcı, 2012; Bayrak, 2008; Bilen ve Aydoğdu, 2010; Dilek, 2006; Kaya, F., 2010; Köse, 2004; Mutlu, 2004), kavram haritası (Köse, 2004), gözlem (Kaya, Z., 2010) ve bilimsel işlem beceri testi (Köse, 2004) gibi çeşitli veri toplama araçları kullandıkları görülmüştür.

Fotosentez ve Solunum kavramlarının bireyler tarafından nasıl anlaşıldığını inceleyen çalışmaların katılımcıları ortaokul (Bacanak vd., 2004; Bayrak, 2008; Dilek, 2006; Ekici vd., 2007; Güneş vd., 2012; Mutlu, 2004; Oluk ve Oluk, 2016; Orbanic vd., 2016; Parim, 2009), lise (Amir ve Tamir, 1994; Atıcı ve Atıcı, 2012; Atik, 2007; Karagöz, 2016; Köse vd., 2003; Tlala vd., 2014; Önder, 2015; Öztaş vd., 2003; Tekkaya ve Balci, 2003) öğrencilerinin yanında fen bilimleri öğretmen adayları (Bilen ve Aydoğdu, 2010; Kırılmazkaya vd., 2016; Köse, 2004; Köse ve Uşak, 2006; Nacararoğlu ve Mutlu, 2016; Şaşmaz-Ören vd., 2012) biyoloji öğretmen adayları (Uzunhasanoğlu, 2017), fen bilimleri öğretmenleri (Köse vd., 2006) ile sınıf öğretmenleri (Çokadar, 2012) olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmaların ağırlıklı olarak öğrencilerin FSK’na ilişkin kavram yanlışlarını ortaya çıkarmaya (Bacanak vd., 2004; Güneş vd., 2012; Karagöz, 2016; Kırılmazkaya ve Kırbag-Zengin, 2016; Köse vd., 2004; Köse ve Uşak, 2006; Oluk ve Oluk, 2016; Öztaş vd., 2003; Tekkaya ve Balci, 2003; Uzunhasanoğlu, 2017) ve kavramsal anlamının seviyesinin belirlenmesine (Bacanak vd., 2004; Çokadar, 2012; Töman ve Odabaşı-Çimer, 2015) yönelik olduğu belirlenmiştir.

1.1. Problem Durumu

Alanyazın incelemesinin sonucunda “Fotosentez ve Solunum” kavramlarının öğretilmesi ve öğrenilmesi zor olan kavramlardan biri olduğu ortaya çıkmaktadır. Öğrencilerin bu konuyla ilgili ilk, orta ve yükseköğretim kademesine kadar bilgi eksiklikleri ve kavram yanlışları mevcuttur. Gerek yurt içi gerekse yurt dışı çalışmalarda, bu yanlışların giderilmesi için geleneksel yöntemlerin yetersiz kaldığı ve öğrenciye bilgiyi kendi anlamlandırmasına fırsat veren yeni öğretim yöntemleri ile öğretim materyallerinin kullanıldığı ve bu yöndeki çalışmaların artırılmasının gerekliliği dikkat çekmektedir. Ayrıca bilimsel tartışmanın üst düzey düşünme becerilerine etkili olması öğretimin her kademesinde bu yöntemin kullanılmasını ve öğrenme ortamının da bilimsel tartışmaya imkân verecek şekilde düzenlenmesini gerektirmektedir. Fen Bilimleri öğretim programında öğrenme sürecinin keşfetme, sorgulama, argüman oluşturma ve ürün tasarlama şeklinde tanımlanması bilimsel tartışmanın bir öğretim yöntemi olarak gerekli olduğunu düşündürmektedir (MEB, 2013; MEB, 2018).

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, “Fotosentez ve Solunum” kavramlarına yönelik tasarlanan bilimsel tartışma odaklı etkinliklerin 8. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisini incelemektir.

1.3. Araştırma Problemi

Fen bilimlerinin araştırma sorgulama yaklaşımını temel alması ile öğrenme ortamında sağlanan Bilimsel Tartışma Odaklı Öğretim (BTOÖ) ile FSK' nın araştırıldığı bu çalışmanın problem cümlesi "Bilimsel tartışma odaklı öğretimin öğrencilerin fotosentez ve solunum kavramlarını anlamalarına etkisi nedir? şeklinde belirlenmiştir.

2. YÖNTEM

Bilimsel tartışma odaklı öğretimin öğrencilerin fotosentez ve solunum kavramlarını anlamalarına etkisinin neden sonuç ilişkisiyle açıklanması amacıyla bu çalışmada, ön test-son test eşitlenmemiş kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu desende çalışılacak grupların hangisinin deney hangisinin kontrol grubu olacağı yansız atama ile belirlenir (Özmen, 2019). Gerekli izinler alınmış olup, öğrenciler önceden rastgele oluşturulmuş şubelerden oluşan deney ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Kontrol grubuna fen bilimleri ders kitabında ve EBA'da yer alan etkinlikler ile deney grubuna ise bu araştırmaya özgü olarak Toulmin'in tartışma modeline göre geliştirilen etkinliklerin kullanıldığı bilimsel tartışma odaklı öğretim yapılmıştır. Araştırmada her iki gruba öğretim süreci öncesi Fotosentez ve Solunum Kavram Testi (FSKT) ön test, öğretim süreci sonrasında da son test olarak uygulanmıştır. Bu deneysel süreçten 6 hafta sonrada geciktirilmiş test yapılmıştır. Araştırmada kullanılan deneysel süreç Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1.

Araştırmada Kullanılan Deneysel Süreç

Gruplar	Ön Test	Öğretim Süreci	Son Test	Geciktirilmiş test
Deney Grubu	Fotosentez ve Solunum Kavram Testi	Bilimsel tartışma odaklı etkinlikler ve EBA etkinlikleri	Fotosentez ve Solunum Kavram Testi	Fotosentez ve Solunum Kavram Testi
Kontrol Grubu	Fotosentez ve Solunum Kavram Testi	Fen Bilimleri Ders Kitabına bağlı etkinlikler ve EBA etkinlikleri	Fotosentez ve Solunum Kavram Testi	Fotosentez ve Solunum Kavram Testi

2.1. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini 2018-2019 Eğitim-Öğretim yılında Gümüşhane ili Merkez Atatürk Ortaokulu 8.sınıfta öğrenim gören öğrenciler, örneklemi ise aynı okulun 8A ve 8C şubelerinde öğrenim gören yirmişer öğrenciden oluşan toplam 40 öğrenci oluşturmuştur. Okulda toplam beş sekizinci sınıf şubesi bulunmaktadır. Yarı deneysel desen kontrol ve deney grubunun yansız atanmasını gerektirmektedir. Bu nedenle beş şube arasından rastgele seçilen 8A sınıfı deney grubu 8C sınıfı ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney grubu öğrencileri D, kontrol grubu öğrencileri ise K ile kodlanarak numaralandırılmıştır. Ön test, son test ve geciktirilmiş test ise sırasıyla ÖT, ST, GT olarak kodlanmıştır. Örneğin; D5ör kodu, deney grubundaki 5 numaralı öğrencinin ön testte verdiği yanıtı aittir.

2.2. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada veri toplamak amacıyla Bacanak ve diğerlerinin (2004) 5. ve 8. sınıf öğrencilerinin, fotosentez ve solunum kavramlarını kavrama düzeylerini ve kavram yanlışlarının neler olduğunu araştırmak amacıyla geliştirdikleri açık uçlu ve iki aşamalı sorulardan oluşan FSKT'i kullanılmıştır. Alanyazında son yıllarda kavram yanlışlarının belirlenmesinde bu tür testlerin sıkça kullanıldığı görülmektedir (Küçük, 2012; Saraç, 2017; Şahin ve Hacıoğlu, 2010).

Bacanak ve diğerleri (2004) tarafından hazırlanan kavram testi 10 sorudan oluşmaktadır. Testteki sorular fotosentez, solunum, enerji, fotosentez-enerji ilişkisi ve besin alt konularından oluşmaktadır. Testteki üç soru solunum kavramıyla, yedi soru ise; fotosentez kavramıyla ilgilidir. Testin 1, 2, 5, 6 ve 7 numaralı soruları açık uçlu; 3, 4, 8, 9 ve 10 numaralı soruları ise seçenekli ve öğrencilerden seçtiği cevabın gerekçesini yazarak açıklamasının istendiği iki aşamalı sorulardır. Böylece, araştırmacılar bu testle öğrencilerin sahip olduğu bilginin detaylarını ortaya çıkarmaya sağlamış hem de seçenekli soruların cevaplanmasındaki şansa bağlılığını ortadan kaldırmıştır. Testin pilot uygulaması araştırmacılar tarafından yapılmıştır ve pilot çalışma sonrası öğrencilerin anlamakta zorlandığı tespit edilen ifadeler düzeltilmiştir. Testin kapsam geçerliği ile güvenilirliği uzman görüşü alınarak ve alanyazın incelemesi ile pilot uygulamadan yararlanılarak sağlanmıştır.

2.3. Çalışmada Kullanılan Öğretim Materyalleri

Öğretim materyalini Toulmin'in bilimsel tartışma modeline göre hazırlanan 7 etkinlikten oluşan çalışma yaprakları oluşturmaktadır. Deney grubuna uygulanmış olan bilimsel tartışma odaklı öğretim etkinlikleri kazanımların daha ayrıntılı ve sayıca fazla olmasından dolayı 8. sınıf Fen ve Teknoloji Dersi öğretim programında yer alan "Canlılar ve Enerji İlişkileri" ünitesinde bulunan kazanımlar ve ders kitabı incelenerek araştırmacı tarafından hazırlanmıştır (MEB, 2005). Çalışma kapsamında öğrenilmesi beklenen kazanımlar Tablo 2'de belirtilmiştir.

Çalışma yaprakları hazırlanmaya başlanmadan önce alanyazında Toulmin'in bilimsel tartışma modeline yönelik daha önceden yapılmış olan çalışmalar incelenmiştir. Etkinlikler öğrencilerin tartışma yapmalarını sağlayacak şekilde bilimsel tartışma modelinde kullanılan farklı stratejilere uyarlanarak hazırlanmıştır. Etkinliklerin hangi bilimsel tartışma stratejisine ve kazanımlara uygun olarak hazırlandığı Tablo 3'te belirtilmiştir.

Tablo 2.

FSK'nın Kazandırılmasına Yönelik Kazanımlar (MEB, 2005)

Kazanımlar	
1	Üreticilerin fotosentez yaparak basit şeker ve oksijen ürettiğini belirtir.
2	Fotosentez için nelerin gerekli olduğunu sıralar.
3	Fotosentezde ışığın gerekliliğini deney yaparak gözlemler.
4	Fotosentezin canlılar için önemini tartışır.
5	Üreticilerin fotosentez ile güneş enerjisini kullanılabilir enerjiye dönüştürdüğünü ifade eder.
6	Canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için enerjiye ihtiyaç duyduklarını açıklar.
7	Solunumun canlılar için önemini tartışır.
8	Oksijenli solunum sonucunda oluşan ürünleri deney yaparak gösterir

Geliştirilen çalışma yaprakları 1 fen öğretimi uzmanı ve 2 fen öğretmeni tarafından incelenerek gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Ayrıca asıl çalışmadan bir yıl önce de aynı okulda ön deneme çalışması da yapıp etkinliklere son şekli verilmiştir. Uygulamalar aynı zamanda öğretmen de olan ve bu araştırmanın ilk yazarı tarafından kendi ders saatlerinde yürütülmüştür. İki gruba 10 ders saatlik öğrenme süreci gerçekleştirilmiş olup 8A sınıfına EBA, ders kitabının yanı sıra BTOÖ'ye göre hazırlanan etkinliklerden oluşan çalışma yapraklarıyla desteklenmiş bir öğrenme ortamı sağlanmıştır. 8C sınıfına ise yalnızca EBA ve ders kitabıyla ders işlenmiştir. Uygulamalardan önce her iki gruba da ön test, uygulamadan sonra ise son test ve son testten 6 hafta sonra da geciktirilmiş test uygulanmıştır.

Tablo 3.

Toulmin'in Tartışma Modeline Uygun Olarak Hazırlanan Etkinlikler

Çalışma Yapağı	Etkinlikler	Kazanımlar	Soru
1	Karikatürlerle yarışan teoriler	1,4	2
2	Hikayelerle yarışan teoriler	1, 2, 3	5
3	Karikatürlerle yarışan teoriler	1,2	6, 8, 9, 10
4	Karikatürlerle yarışan teoriler	3	3
5	İfadeler tablosu	6,7	4,7
6	Tahmin et-gözle-açıkla	7	1
7	Deney Tasarlama	8	1

2.4. Verilerin Analizi

Verilerin analizinde nitel veri analizinden betimsel analiz, nicel olarak analizinde ise betimsel istatistik kavramlarından olan frekans kullanılmıştır. Kavram testinin açık uçlu olan 1, 2, 5, 6 ve 7. sorularına verilen yanıtların analizinde Doğru (D), Kısmen Doğru (KD), Yanlış (Y) ve Boş-Cevapsız (B) kategorileri kullanılmıştır. Doğru anlama kategorisi A (3 puan), kısmen anlama kategorisi B (2 puan), yanlış anlama kategorisi C (1 puan), boş ve ilgisiz cevap verilen kategori ise D (0 puan) kodu ile temsil edilmiştir (Kirman-Bilgin ve Yiğit, 2017). Benzer kategoriler alanyazında pek çok araştırmacı tarafından sıkça kullanılmaktadır (Bacanak, vd., 2004; Töman ve Odabaşı-Çimer, 2015).

Kavram testinin 3, 4, 8, 9 ve 10. sorularına verilen yanıtlar ise iki aşamalı testlerin analizinde alanyazında belirtilen değerlendirme kategorilerine göre analiz edilip puanlandırılmıştır. Doğru cevap-doğru gerekçe içeren cevaplar A (3 puan), doğru cevap-kısmen doğru gerekçe içeren cevaplar B (2 puan), yanlış cevap-doğru gerekçe içeren cevaplar C (2 puan), doğru cevap-yanlış gerekçe içeren cevaplar D (1 puan) ile kodlanmıştır. Yanlış cevap ve yanlış gerekçe içeren cevaplara ise 0 puan verilmiştir (Karataş, Köse ve Coştu, 2003). Elde edilen veriler analiz edilirken araştırmacı ve üç fen bilimleri öğretmeni tarafından ortak olarak belirlenen bilimsel geçerliliği olan açıklamalara göre tam analiz edilmiş ve puanlayıcılar arasındaki tam uyuma göre ortak kategoriler oluşturulmuştur. Daha sonraki süreçte her bir veri bu ortak kategorilere göre analiz edilmiştir.

Kontrol ve deney gruplarının her birinde 30'un altında öğrenci bulunduğundan dağılımın normalliğini test etmek amacıyla her test için Shapiro-Wilk testi uygulanmış ve $p>.05$ bulunmuştur. Buna bağlı olarak nicel verilerin analizinde ön test (ÖT), son test (ST) ve geciktirilmiş testin (GT) deney ve kontrol gruplarının ortalamaları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığını belirlemek için bağımsız t testi kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarını kendi içinde incelemek içinse tekrarlı ANOVA testi kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Öğrencilerin BTOÖ'ün ön test, son test ve geciktirilmiş test sonuçlarından aldıkları puanların bağımsız örneklem için t-testi analiz sonuçları Tablo 4' te verilmiştir.

Tablo 4.

BTOÖ'ün Bağımsız T-Testi Sonuçları

	Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Ön Test	Deney	20	20,08	401,5	-0,233	0,820
	Kontrol	20	20,93	418,5		
Son Test	Deney	20	22,98	459,5	-1,343	0,183
	Kontrol	20	18,03	360,5		
Geciktirilmiş Test	Deney	20	23,35	467,0	-1,545	0,127
	Kontrol	20	17,65	353,0		

Tablo 4'ten de görüldüğü gibi grupların ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>.05$).

Ancak deney grubundaki öğrencilerin ön test, son test ve geciktirilmiş test puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmuş, [$F(2,38)=18,627$, $p<.05$] ilgili analize yönelik veriler Tablo 5'te verilmiştir. Hesaplanan etki büyüklüğüne ($\eta^2 = 0.495$) göre deney grubundaki başarı ortalamasındaki varyansın yaklaşık %49,5' i bilimsel tartışma destekli öğretim uygulamaları ile açıklanabilmektedir.

Tablo 5.

Deney Grubunda Tekrarlı ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Sd	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Deney Ölçüm	19	567,517	29,869	18,627	,000	2-1, 3-1
Denekler	2	995,700	497,850			
Hata	38	1015,633	26,727			
Toplam	59					

Tablo 6.

Kontrol Grubunda Tekrarlı ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Sd	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Deney Ölçüm	19	797,600	41,979	13,841	,000	2-1, 3-1
Denekler	2	445,900	222,950			
Hata	38	612,100	16,108			
Toplam	59					

Benzer şekilde kontrol grubundaki öğrencilerin ön test, son test ve geciktirilmiş test puanlarının ortalamaları arasında da anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuş, [$F(2,38)=13,841$, $p<.05$] ilgili verilere yönelik bilgiler Tablo 6'da sunulmuştur. Hesaplanan etki büyüklüğüne ($\eta^2 = 0.421$) göre kontrol grubundaki başarı ortalamasındaki varyansın yaklaşık %42,1' i fen bilimleri ders kitabına bağlı etkinlikler ile açıklanabilmektedir. Deney ve kontrol grupları arasında ön test, son test ve geciktirilmiş testler açısından anlamlı fark olmadığı ve grupların kendi içinde bu testler arasında anlamlı fark bulunduğu için kavram testinden elde edilen verilerin frekansları fotosentez ve solunum kavramları olmak üzere iki başlık altında deney ve kontrol grubu birlikte verilmiştir.

3.1. Fotosentez Kavramıyla İlgili Bulgular

Fotosentez kavramının anlaşılma seviyelerini belirlemek için 2, 3, 5, 6, 8, 9 ve 10. sorulara verilen cevaplar analiz edilmiştir. Bu sorulara ilişkin A, B, C ve D kategorisine yönelik ÖT, ST ve GT yanıtlarının frekansları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7 incelendiğinde deney grubunun fotosentez konusuna yönelik ön testte hiç doğru cevabı bulunmazken son testte bu değer toplamda 37'ye çıkmış, geciktirilmiş test de ise bu sayı 24 olarak belirlenmiştir. D kategorisinde ise ön testte toplam 22 cevap var iken son test ve geciktirilmiş testte bu sayı sırasıyla 3 ve 2'ye düşmüştür. Kontrol grubunun ise ön testte A kategorisinde değerlendirilen cevapları bulunmazken, son testte bu kategoride toplam 12, geciktirilmiş testte ise 8 cevap

bulunmaktadır. D kategorisinde ise kontrol grubunun ön testte toplam 32, son testte 6 geciktirilmiş testte ise 9 cevabı bulunmaktadır.

Tablo 7.

Fotosentez Kavramına İlişkin Elde Edilen Verilerin Frekansları

	Test	Deney Grubu(f)				Kontrol Grubu(f)			
		A	B	C	D	A	B	C	D
Fotosentezin Tanımı	Ö.T	-	2	18	-	-	1	16	3
	S.T	5	10	4	1	2	7	10	1
	G.T	3	10	7	-	1	7	12	-
Bitkiler için enerji kavramı	Ö.T	-	-	14	6	-	-	12	8
	S.T	4	10	5	1	-	11	9	-
	G.T	2	10	8	-	-	8	11	1
Bitkiler için ışık kavramı	Ö.T	-	8	9	3	-	7	12	1
	S.T	6	10	4	-	2	10	7	1
	G.T	4	10	6	-	2	9	7	2
Bitkiler için besin kavramı	Ö.T	-	1	15	4	-	-	15	5
	S.T	6	7	6	1	1	7	10	2
	G.T	4	7	7	2	2	5	12	1
Bitki besinin ne kadarını bünyesinde yapar?	Ö.T	-	-	17	3	-	-	15	5
	S.T	5	10	5	-	2	8	10	-
	G.T	3	9	8	-	1	6	12	1
Bitki besinin ne kadarını kökleriyle alır?	Ö.T	-	-	18	2	-	-	15	5
	S.T	5	7	8	-	3	5	10	2
	G.T	4	10	6	-	1	3	13	3
Bitki besinin ne kadarını yaprak ve gövdeyle alır	Ö.T	-	-	16	4	-	-	15	5
	S.T	6	8	6	-	2	8	10	-
	G.T	4	10	4	2	1	7	11	1

Ön testte her iki grupta da fotosentezin tanımına doğru anlama kategorisinde cevap veren öğrenci olmamıştır. Kısmi anlama kategorisindeki deney grubu öğrencilerinin tanımlarında kontrol grubuna oranla daha fazla detay olduğu göze çarpmaktadır. Öğrencilerin kısmi anlama (B) kategorisine verdikleri cevaplara “Güneş besinlerde enerji depolanmasını sağlar (D8,18,20_{GT}-K1,19_{ST})” ve “Canlılar bitkiler sayesinde güneş enerjisini dolaylı olarak kullanır (D1,7,16_{ST}-D7,15_{GT})” örnek verilebilir. Deney grubu öğrencilerinin çoğunun fotosentez tanımında güneş enerjisinin depolanması (D6,11,17,20_{ST}) ve bitkinin enerji üretmesi gibi kavram yanlışları (D12_{ST}-D2,16,17_{GT}) dikkat çekmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin çoğu ise fotosentezi bitkinin karbondioksit ve su alıp ışık sayesinde besin ve oksijen üretmesi olarak tanımladıkları (K2,13,20_{ST}-K1,8_{GT}) ve fotosentezin yapraklarda olduğunu (K4,11,19_{ST}) düşündükleri görülmektedir.

Testin üçüncü sorusu bitkinin enerji kaynağının anlaşılmasına yönelik hazırlanmış iki aşamalı bir test sorusudur. Yanlış anlama (C) kategorisine örnek olarak “Bitkiler enerjisini güneşten alır çünkü güneş klorofil miktarını artırır (D5_{GT}), Bitkiler daha iyi büyüsün diye toprağa gübre atılır. Gübre ve toprak bitkiye enerji verir (D6,10_{GT}-K1,16,20_{GT}- K4,13_{ST}-K8_{GT}), Havadaki oksijen olmadan hiçbir canlı yaşayamayacağı için hava mısır bitkisinin enerji kaynağı olabilir (D13_{GT}-D12_{ST}-K14,17_{GT}-K14_{ST})” yanıtları verilebilir. Hem deney grubunun hem de kontrol grubu öğrencilerinin bazılarının her testte (D6,12_{ST}-D4,11,13_{GT}-K4,7,13, 15,20_{ST}-K4,17_{GT}) su, toprak, gübre ve havayı bitki için enerji kaynağı olarak düşündükleri dikkat çekmektedir.

Işığın bitkiler için önemi ile ilgili olarak öğrencilerden beklenen ışığın fotosentezdeki görevini ifade etmeleridir. Tablo 7’de ilgili frekanslara yer verilmiştir. Öğrencilerin B kategorisine yönelik cevapları “Enerjinin dönüşümü için gereklidir (D5_{ST}-D20_{GT}-K6,13_{GT}), Bitki besin ve oksijen üretirken ışığı kullanır (D13,16_{GT}-D13_{ST}-K9_{GT})” şeklindedir. C kategorisine örnek yanıt olarak ise “Bitkiler güneş ışığını besine dönüştürürler (D12,18,20_{ST}-K19_{ST}-K1,13_{GT}), Işığı depolayabilen tek canlı türü bitkilerdir (D6_{GT}-K17_{ST}), Bitki karbondioksit alıp oksijen vermesi için ışık enerjisi gereklidir (D9_{GT}-K7_{GT}-K4,8_{ST}-K4,15_{GT})” verilebilir.

Altıncı soruda belirlenmek istenen; bitki için besin denilince bitkinin fotosentez yaparak kendi bünyesinde oluşturduğu karbohidratların anlaşılma düzeyini belirlemektir. Ön testte her iki grupta da bu soruya doğru anlama kategorisinde cevap veren öğrenci olmamıştır. Son testte ise her iki grupta da deney grubunda daha çok olmak üzere doğru cevaplar verilmiştir. Kısmi anlama kategorisinde cevap veren öğrencilerin hepsinde görülen temel eksiklik, öğrencilerin bitkinin kendi besinini yani karbohidratları fotosentez sayesinde kendi bünyelerinde yaptıklarını, belirtmeleri fakat bu besinin nasıl ve ne için kullanılacağı yönünde net bir cevap verememeleridir. Bu durumu bir kontrol grubu öğrencisinin verdiği; “Mısır bitkisi besini dışarıdan almaz çünkü kendi besinini kendisi üreterek karbohidratları oluşturur” (K8_{ST}) şeklindeki cevabı örnekler niteliğindedir. Öğrencilerin çoğu mısır bitkisinin dışarıdan aldığı maddeleri besin kaynağı olarak düşünmektedirler. Öğrencilerin C kategorisine verdikleri yanıtlar “Bitkinin dışarıdan aldığı karbondioksit ve su bitkinin besinidir (D1,6,19_{GT}-D4,19_{ST}-K16_{GT}-K6,15_{ST}-K1,15,17_{GT}), Güneş ışığı bitkinin enerji kaynağı olduğu için bitkinin besinidir (D11,16_{GT}-D12_{ST}-K14,10_{ST})” şeklinde özetlenebilir.

Bitki besin ilişkisine yönelik elde edilen veriler deney grubu öğrencilerinin birçoğunun bitkinin besininin tamamını güneşten aldıklarını düşündüklerine işaret etmektedir. Hem deney grubunun hem de kontrol grubunun her üç testte de da sahip olduğu yanılığ bitkinin su, karbondioksit, toprak gibi maddeleri dışarıdan aldığı için besinin tamamını bitkinin yapmadığıdır. “Besinin bir kısmını yapraklarıyla aldığı oksijenden sağlar (D9,13,18_{ÖT}-D12_{ST}-D12_{GT}-K3,7,16_{ÖT}-K3,18_{GT}), Bir kısmını topraktaki gübreden ve solucanlardan alır (D15,17_{ÖT}-K7_{ÖT}-K1_{ST},K4,11,16_{GT})” ifadeleri bu duruma örnek verilebilir.

Deney grubunda ön testten geciktirilmiş teste doğru kavramsal anlamının arttığı kontrol grubunda ise son testte artmasına rağmen geciktirilmiş teste bu sayı tekrar azalmıştır.

3.2. Solunum Kavramıyla İlgili Bulgular

Tablo 8’ de solunum kavramının tanımı ile insanlar için enerji ve besin kavramına ait katılımcıların ÖT, ST ve GT yanıtlarının frekanslarına yer verilmiştir.

Tablo 8.

Solunum Kavramına İlişkin Elde Edilen Verilerin Frekansları

	Test	Deney Grubu(f)				Kontrol Grubu(f)			
		A	B	C	D	A	B	C	D
Solunumun tanımı	Ö.T	-	-	16	4	-	-	17	3
	S.T	6	9	5	-	3	8	9	-
	G.T	3	9	8	-	1	6	12	1
İnsanlar için enerji	Ö.T	-	5	16	-	-	3	17	-
	S.T	7	8	5	-	3	5	12	-
	G.T	5	7	8	-	2	4	14	-
İnsan için besin kavramı	Ö.T	-	5	12	3	-	6	11	3
	S.T	5	10	5	-	-	9	9	2
	G.T	2	11	7	-	-	10	10	-

Tablo 8 incelendiğinde deney grubunun solunum konusuna yönelik ön testte hiç doğru cevabı bulunmazken bu değer son testte toplamda 18’e çıkmış, geciktirilmiş test de ise bu sayı 10 olarak belirlenmiştir. D kategorisinde ise ön testte toplam 7 cevap bulunmaktadır. Son test ve geciktirilmiş teste ise yanlış anlama kategorisinde hiç cevap bulunmamaktadır. Kontrol grubunun ise ön testte A kategorisinde değerlendirilen yani hiç doğru cevapları bulunmazken, son testte bu kategoride toplam 6, geciktirilmiş teste ise 3 cevap bulunmaktadır. D kategorisinde ise kontrol grubunun ön testte toplam 6, son testte 3, geciktirilmiş teste ise 1 cevabı bulunmaktadır.

Her iki grupta da doğru anlama gösteren öğrenciler solunumu besinlerdeki kimyasal enerjinin ATP enerjisine dönüşümü olarak tanımlamışlardır. Ancak, deney grubundaki öğrencilerin tanımlarında detayın arttığı görülmüştür. Örneğin, bir deney grubu öğrencisi; “*Solunum tüm canlıların yaptığı yaşamsal faaliyetlerden biridir. Canlılar dışarıdan aldıkları besinde depolanmış olan kimyasal enerjiyi hücrelerinde sitoplazma ya da mitokondride kullanabilecekleri ATP enerjisine dönüştürür. Bu olaya solunum denir. Solunum sayesinde biz besinlerdeki enerjiyi kullanabiliyoruz ve günlük işlerimize devam edebiliyoruz.*” şeklinde açıklamıştır. Başka bir deney grubu öğrencisi “*Solunum karbonhidrat protein gibi besinlerin mitokondride oksijen gazıyla yakılarak ATP enerjisi üretilmesidir. Bunun yanında oksijensiz solunum yapan canlılar da vardır. Ama bu şekilde daha az ATP enerjisi üretilir*” (D11_{ST}) şeklinde açıklarken bir kontrol grubu öğrencisi ise, “*Solunum olayı bütün canlılarda meydana gelen bir olaydır. Canlılar oksijen alıp karbondioksit vererek ATP enerjisi üretirler*” (K16_{ST}) şeklinde tanımlamıştır. Diğer iki kontrol grubu öğrencisinin de benzer ifadeleri kullandıkları görülmüştür (K5,14_{ST}). Hem deney grubunda hem de kontrol grubunda üç testte de yanlış anlama kategorisinde değerlendirilen öğrencilerin solunumu besin ve oksijenin alınıp karbondioksit ve suyun dışarıya verilmesi (D5,7,17_{ST}-D5,9_{GT}-K6,9,15,20_{ST}-K9,12,20_{GT}) ve fotosentezin tersi (D4,12_{ST}-D4,12,14_{GT}-K6,8,14_{GT}) olarak açıkladıkları görülmektedir.

İnsanın enerji kaynağının anlaşılmasına yönelik hazırlanmış soru iki aşamalı bir test sorusudur. Bu soruda öğrencilerden beklenen insanın enerji kaynağının, ‘et ve patates’ olduğu bilgisini anlama düzeylerini belirlemektir. İlgili frekanslara Tablo 8’de yer verilmiştir. Bitkilerde enerji kaynağının sorulduğu soruda ön testte her iki grupta da kısmi anlama düzeyinde öğrenci bulunmazken insanlardaki enerji kaynağının sorulduğu bu soruda deney grubunda ön testte 5, son testte 8 ve geciktirilmiş teste 7 öğrencinin kısmen doğru cevap verdikleri görülmektedir. Geciktirilmiş teste yanlış anlamaya sahip kontrol grubu öğrencilerinin bazılarının insanın enerji kaynağı olarak yalnızca patates veya eti düşünmeleri dikkat çekicidir. Bu duruma “*Sadece patatesten sağlanır. Çünkü solunumla patatesteki glikozu parçalarız*” (D7_{ST}-K4,12,16_{ST}-K4,9,16_{GT}), “*Sadece etten sağlanır. Çünkü doktorlar en çok protein yememizi öneriyor*” (D3,17_{ÖT}-K4_{ÖT}-K13_{GT}) ifadeleri örnektir. Hem deney grubunun hem de kontrol grubunun her üç testte de su, hava ve güneşin insanların enerji kaynağı olduğunu düşünmektedirler.

İnsan için besinin ne anlama geldiği ile ilgili olarak hem deney grubunun hem de kontrol grubunun her üç testte de besin içeriklerini oluşturan organik ve inorganik maddeleri besin olarak düşünmeleri ve su, mineral ve vitamini enerji kaynağı olarak ifade etmeleri yanlış anlama kategorisindedir (D2, 6, 8, 9, 14, 19_{ÖT} - D2, 7, 13_{ST} - D4, 9, 13, 14_{GT} - K9, 15, 17, 20_{ÖT} - K5, 10, 14, 19_{ST} - K5, 14, 19_{GT}). C kategorisine verilen yanıtlara “*Yemeksiz yaşayabiliriz ama susuz yaşayamayız. En temel besin ve enerji*”
e-ISSN: 2536-4758 <http://www.efdergi.hacettepe.edu.tr/>

kaynağımız sudur”(D11_{ÖT}-K13_{ÖT}), “İnsanlara enerji veren vitamin, su ve şeker gibi maddeler besindir” (D16_{ÖT}-D20_{ÖT}), “Solunumla yalnızca glikoz kullanıldığından insan için besin karbonhidratlardır” (K4,6,12_{ST}-K4,12_{ÖT}) örnek verilebilir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Deney ve kontrol gruplarının kavram testindeki ön test sonuçları incelendiğinde aralarında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmektedir. Bu durum öğrencilerin kavramlarla ilgili benzer düşüncelere sahip olduğunu göstermektedir. Uygulamadan önce her iki gruptaki öğrencilerin pek çok kavramla ilgili kavram yanlışlığına sahip olduğu görülmektedir. Bu yanlışlar kendi sezgileri veya sosyal çevredeki deneyimleri sonucu oluşmuş olabilir (Osborn ve Cosgrove, 1983). Grupların arasındaki son ve geciktirilmiş test uygulamaları her iki test içinde deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığını göstermektedir. Deney grubunun yanı sıra kontrol grubunda da öğretimde, EBA’daki etkileşimli animasyonların kullanılması kontrol grubunda da kavramsal anlamının artmasına neden olduğu düşünülebilir. Kavramsal anlamının gerçekleşmesinde görsel ve işitsel araçların etkili olduğu bilinmektedir (Akdeniz, Öztürk ve Bakırcı, 2017). Bilimsel tartışma etkinliklerinin bu araştırmada öğrencilerin kavramsal anlamalarına istatistiksel olarak etkisinin olmaması alanyazındaki araştırma sonucuyla da desteklenmektedir. Bu duruma yönelik olarak çalışmalar ölçme aracının öğrencinin biliş seviyesine uygun olmaması (Tola, 2016), öğrencilerin farklı bir yöntemle yeni tanışması ve yönteme uyum sağlanabilmesi için sürecin yeterli olmaması (Kaya, 2009), öğrencilerin kırsal bölgede yaşamaları ve dersteki etkinliklere az katılan bir sınıf olmaları (Demirel, 2015) gibi sebepleri öne sürmüştür. Bu araştırmada ise son testte deney grubu ve kontrol grubunun kavramsal anlamaları arasında istatistiksel bakımdan anlamlı bir farkın ortaya çıkmamış olmasının nedenleri olarak araştırmanın yapıldığı sınıflardaki öğrencilerin akademik başarı olarak iyi bir düzeyde olmamaları, öğrencilerin fotosentez ve solunum kavramlarının ilişkili olduğu kavramlarla ilgili yeterli ön bilgiye sahip olmamış olması, bilimsel tartışma etkinliklerinin uygulanmasında öğrencilerin bazılarının bilimsel tartışma öğelerini çok kolay oluşturabilirken bazı öğrencilerin ise zorlanmaları, bazı gruplardaki bazı öğrencilerin tartışma sürecine istenilen şekilde dahil olamamasının yanında kontrol grubundaki öğrencilerin ise ders içerisinde, EBA’daki animasyon ve deneylerle birlikte aktif olmaları düşünülebilir.

Öğrencilerin fotosentez tanımlarına bakıldığında bitkilerin yaptığı solunum, bitkilerin sabah karbondioksit alıp oksijen vermesi akşamları oksijen alıp karbondioksit vermesi gibi günlük yaşamdan edindiği yanlış düşüncelerle açıkladıkları görülmektedir. Daha önceden bu konuda gerçekleştirilmiş olan birçok araştırmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Atik, 2007; Bacanak vd., 2004; Çokadar, 2012; Kaya, 2010; Köse ve Uşak, 2006; Tekkaya ve Balcı, 2003). Son test ve geciktirilmiş test sonuçları incelendiğinde ise deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre daha bilimsel bir dil kullandıkları ve fotosentez kavramını neden sonuç ilişkisi kurarak yorumladıkları tespit edilmiştir. Bu duruma bilimsel tartışma odaklı hazırlanan “karikatürlerle yarışan teoriler” (KYT) çalışma yaprağında, öğrencilerin fotosentezin amacı ve önemi ile ilgili çelişkili iddiaları, gruplar içinde uygun gerekçeler yazarak derinlemesine tartışmalarının sebep olduğu düşünülebilir. Bilimsel tartışmada kullanılan KYT etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırdığı sonucu alanyazındaki diğer araştırma sonuçlarıyla uyumludur (Ekici vd., 2007; Demirel ve Aslan, 2014; Karaer, 2016). Kontrol grubundaki öğrencilerin çoğu son testte ve geciktirilmiş testte “fotosentezin amacı oksijen ve besin üretmektir” düşüncesini devam ettirmişlerdir. Oksijenin fotosentez sırasında bir yan ürün olarak açığa çıktığını düşünememektedirler (Tekkaya ve Balcı, 2003). Bu durumun nedeni ders öğretmeninin fotosentezi kimyasal denklem üzerinden anlatması ve bitkilerin oksijen kaynağı olduğunu ifade etmesinden kaynaklanabilir. Kimyasal denklemlerin de kavram yanlışlıklarına neden olabileceği alanyazından tespit edilmiştir (Çokadar, 2012). Yine kontrol grubu öğrencilerinin birçoğu fotosentezin sadece yapraklarda gerçekleştiği düşüncesine sahiptir. Bunun nedeni gerek EBA’daki animasyonların gerekse ders öğretmeninin fotosentez olayını anlatırken yaprakları örnek vermesi olabilir. Benzer bulgular Karagöz (2016), Kırılmazkaya ve Kırbag-Zengin (2016) ve Köse ve Uşak (2004) tarafından ortaya konulmuştur. Öğretmenlerin fotosentezi anlatırken klorofil taşıyan bakteriler ve alg gibi diğer canlılar üzerinden örnekler vermeleri öğrencilerin fotosentezin yaprakta değil de klorofilde gerçekleştiği bilimsel bilgisine ulaşmasını sağlayacaktır. Örneğin etkinlik 1’de siyano bakterisinin kullanılmış olması kontrol grubunda ortaya çıkan bu kavram yanlışlığının deney grubunda ortaya çıkmasını engellemiştir.

Deney grubundaki öğrencilerin kısmi anlama kategorisindeki cevaplarında öğrencilerin düşüncelerini, gerekçelerle beraber ayrıntılı bir biçimde sunduğu, bitki-fotosentez- ışıık ilişkisini neden-sonuç ilişkisi kurarak açıkladıkları gözlenmiştir. Bu durum bilimsel tartışma etkinliklerinin öğrencilerin kavramlarla ilgili detaylı açıklama yapmalarını sağladığını düşündürmektedir (Balcı, 2015; Yalçınkaya, 2018).

Öğrencilerin bitkinin besinini tamamen kendi oluşturmaması ve dışarıdan alınan maddeleri besin olarak düşündükleri görülmüştür. Tekkaya ve Balcı (2003) bu durumu öğrencilerin bitkilerin de insanlar ve hayvanlar gibi dışarıdan aldığı maddeler sayesinde beslendiklerini düşünmelerinin sebep olduğunu açıklamıştır. Yani bitkilerin fotosentez yapmaları için gerekli olan bütün maddeleri besin olarak ifade etmektedirler. Bacanak ve diğerleri (2004), F. Kaya, (2010), Karagöz, (2016), Kumlu, (2012), Marmaroti ve Galanopoulou (2006), Mutlu ve Özel, (2008), Öztas ve diğerleri (2003), Şaşmaz-Ören ve diğerleri (2012), Kaya, (2010) yaptıkları çalışmalarda da benzer sonuçlar bulmuştur.

Ayrıca bu araştırmada 6. soruda bitkinin besininin yalnızca glikoz olduğunun söylenmesi 8. 9. ve 10. sorularda ise su, toprak, karbondioksit, gübre hatta solucanın bile besin olarak söylenmesi ve glikozun besin olduğu yanıtının verilmemiş olması problemin bilimsel tartışma etkinliğinden değil de “besin” kavramıyla ilgili ön bilgi eksikliğinden ve tutarsızlığından kaynaklandığını göstermektedir. Yapılan araştırmalar kavramlarla ilgili ön bilgilere sahip olunması halinde öğrencilere

iddialar hazır bir şekilde verilmemiş olsa bile kendi iddialarını oluşturup etkili bir tartışma sonucunda kavramsal değişimi sağladıklarını göstermektedir (Clark ve Sampson, 2006).

Solunum konusu ile ilgili olarak ön testte görülen “nefes alıp verme, oksijen alıp karbondioksit gazının verilmesi, karbondioksit alıp oksijen verme, bitkilerin gece yaptığı olay” görüşlerinin son testte deney grubunda kontrol grubuna göre daha az görülmüş olmasında bilimsel tartışma etkinliklerinden TGA’nın katkısı olduğu düşünülebilir (Aydoğdu, 2017; Balci, 2015; Doğru, 2016).

Öğrencilerin bazıları solunumu ATP enerjisiyle ilişkilendirememiş, fotosentezin tersi, oksijen alıp karbondioksit verme olarak nitelendirilmiştir. Geliştirilen etkinliklerde özellikle solunum kavramı fotosentezle ilişkilendirilmeden yalnızca besinlerdeki kimyasal enerjinin ATP enerjisine dönüştüren bir olay olduğu vurgulanmıştır. Buna rağmen yanlış cevapların olmasının nedeni hatalı ve yüzeysel hazırlanan ders kitapları ve yardımcı kitapların öğrencilerdeki kavramsal anlamayı olumsuz etkilediği görüşü araştırmaların ortak sonucudur (Karagöz, 2016; Karşı ve Ayas, 2013; Tekkaya ve Balci, 2003).

Testin dördüncü sorusu alanyazın taramasında tespit edilen insanların enerji kaynağı havadır, sudur, egzersizdir ve güneştir şeklindeki yanılgıya aittir (Bacanak vd., 2004; Kaya, 2010; Töman ve Odabaşı-Çimer, 2015). Son test sonuçları incelendiğinde deney grubundaki kavramsal anlamının kontrol grubuna göre daha iyi olduğu görülmektedir. Bu durum deney grubunda yürütülen “ifadeler tablosu” etkinliğinin etkili olduğunu göstermektedir.

Öğrencilerin vitamin ve mineralleri besin kaynağı olarak düşündükleri görülmüştür. Öğrenciler doğru yönlendirilmezse kavramları kendileri aşırı genellemeye çalışırlar ve bazı kavramların bu kavramlar için uygun olmayan durumlar içinde geçerli olduğunu düşünürler (Gökmenoğlu, 2011). Ön testte deney ve kontrol grubu öğrencilerinden hiçbirinin enerji kaynağı olarak yalnızca güneşi işaretlememiş olması öğrencilerin enerji ve bitkiyle ilgili önbilgisinin olmadığını göstermektedir. Öğretmenlerin yeni bir konunun başlangıcında o konunun kavranması için gerekli olan ön kavramları kazanımlarda olmasa bile vermeyi ihmal etmemelidirler. Ayrıca ön bilgilerin bilimsel tartışma sürecinde kavram öğrenimi üzerinde etkili olduğunu da düşündürmüştür. Bundan dolayı ön bilgilerin bilimsel tartışma stratejileri ile birlikte kullanımının kavramsal anlamaya etkisi araştırılabilir.

Bazı sorularda deney ve kontrol grubunun son testteki doğru yanıtları birbirine yakın olmakla beraber deney grubunun ayrıntılı ve neden-sonuç ilişkisi ile cevap verdikleri görülmüştür. Bu nedenle deney grubuna uygulanan etkinliklerin (örn: hikayelerle yarışan teoriler) incelenip farklı konulara veya disiplinlere uygulanması kavramsal anlamının gerçekleşmesi açısından faydalı olabilir.

Etkinliklerin uygulanması sonrasında kavramsal anlamada istendik yönde gelişimin yanında bazı kavramlarda istenmeyen anlayışlar ortaya çıkmıştır. Bu fikirlerin grup tartışması sürecindeki iletişimden mi yoksa bireysel inançlar ve deneyimlerden mi kaynaklandığını net bir şekilde ortaya koyabilmek için grup tartışması ve bireysel tartışma etkinliklerinin ayrı uygulandığı farklı bir deneysel araştırma yürütülebilir. Deney grubuna uygulanan öğretim bilimsel bir tartışma modeli olsa da öğrencilerin tartışma becerilerine ait herhangi bir veri toplama aracı kullanılmamıştır. Sonraki araştırmalarda öğrenci tartışmalarının değerlendirilerek nitel verilerin elde edilmesi önerilebilir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Bu çalışma, araştırma ve yayın etiğine özen gösterilerek gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya başlanmadan önce Millî Eğitim Bakanlığı’ndan Millî Eğitim Bakanlığına bağlı okul ve kurumlarda yapılacak araştırma ve araştırma desteğine ilişkin gerekli izinler alınmış ve çalışmada katılımcıların gizliliği korunmuştur.

Yazarların Makaleye Katkı Oranları

Bu makalenin hazırlanmasında her bir yazar eşit düzeyde katkı sunmuştur.

Destek Beyanı

Bu çalışma hiçbir kurum ve kuruluş tarafından desteklenmemiştir.

Çıkar Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

5. KAYNAKÇA

Akdeniz, A. R., Öztürk, M. ve Bakırcı, H. (2017). Bilgisayar destekli öğretim uygulamalarının sekizinci sınıf öğrencilerinin fen dersi akademik başarılarına ve bilginin kalıcılığına etkisi. *İstanbul Üniversitesi Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 59-77.

- Aktaş, T. (2017). *Argümana dayalı sorgulama öğretiminin yedinci sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesindeki akademik başarılarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Altun, E. (2010). *Işık ünitesinin ilköğretim öğrencilerine bilimsel tartışma (argümantasyon) odaklı yöntem ile öğretimi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Amir, R. and Tamir P. (1994). In-dephthanalysis of misconceptions as a basis for developing research-based remedialinstruction: The case of photosynthesis. *The American Biology Teacher*, 56, 94-100.
- Aslan, S. (2012, Aralık). *Fen sınıflarında argümantasyonun kullanımına ilişkin bir çalışma*. 1. Kıbrıs Eğitim Araştırmaları Kongresi' nde sunulan bildiri, Girne, Kuzey Kıbrıs.
- Atıcı, Ö. ve Atıcı, T. (2012). Fotosentez konusunun öğretiminde uygulanan laboratuvar yönteminin öğrenci tutum ve başarısına etkisi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(1), 143-166.
- Atik, Y. (2007). *Fotosentez konusu için rehber materyal geliştirilmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aydın, Ö. (2013). *Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının eğitiminde argümantasyonun etkililiği* (Yayınlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Aydın, Ö. ve Kaptan, F. (2014). Fen-teknoloji öğretmen adaylarının eğitiminde argümantasyonun biliş üstü ve mantıksal düşünme becerilerine etkisi ve argümantasyona ilişkin görüşler. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 163-188.
- Aydoğdu, Z. (2017). *Argümantasyon tabanlı öğretimin öğrencilerin fene yönelik akademik başarı, motivasyon, ilgi ve tutumlarına etkisinin incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Bacanak, A., Küçük, M. ve Çepni, S. (2004). İlköğretim öğrencilerinin fotosentez ve solunum konularındaki kavram yanılgılarının belirlenmesi: Trabzon örnekleme. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 67-80.
- Balcı, C. (2015). *Sekizinci sınıf öğrencilerine hücre bölünmesi ve kalıtım ünitesinin öğretilmesinde bilimsel argümantasyon temelli öğrenme sürecinin etkisi*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Bayrak, N. (2008). *Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımın beş aşamalı modeline uygun olarak geliştirilen ders yazılımı ve çalışma yapraklarının öğrencilerin başarısına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve öğrencilerin fen bilgisi dersine yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Bilen, K. ve Aydoğdu, M. (2010). Bitkilerde fotosentez ve solunum kavramlarının öğretiminde TGA (tahmin et-gözle-açıkla) stratejilerinin kullanımı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(14), 179-194.
- Boran, G. H. (2014). *Argümantasyon temelli fen öğretiminin bilimin doğasına ilişkin görüşler ve epistemolojik inançlar üzerine etkisi*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Boyraz, D. S., Hacıoğlu, Y. ve Aygün, M. (2016). Argümantasyon ve kavram karmaşası: erime ve çözünme. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(2), 233-267.
- Büber, A. (2015). *Yedinci sınıf kuvvet ve hareket ünitesinde argümantasyona dayalı öğrenme etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarına ve düşünme dostu sınıf ortamı oluşturmaya etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Cevher, A. (2015). *Sekizinci sınıf üstün yetenekli öğrencilerin anomalik durumlara odaklı argümantasyon (dayanaklandırma) sürecinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Ceylan, K. E. (2012). *İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerine dünya ve evren öğrenme alanının bilimsel tartışma (argümantasyon) odaklı yöntem ile öğretimi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Clark, D. and Sampson, V. (2006, April). *Characteristics of students' argumentation practices when supported by online personally seeded discussions*. Inannual meeting of the National Association of Research in Science Teaching, San Francisco, California.

- Çınar, D. (2013). *Argümantasyon temelli fen öğretiminin beşinci sınıf öğrencilerinin öğrenme ürünlerine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çinici, A., Özden, M., Akgün, A., Herdem, K., Deniz, Ş. M. and Karabiber, H. L. (2014). The examine the effectiveness of argumentation based applications supported by concept cartoon. *Adıyaman University Journal of Social Science Institute*, 18, 571-596.
- Çokadar, H. (2012). Photosynthesis and respiration processes: Prospective teachers' conception levels. *Education and Science*, 37(164), 81-93.
- Dawson, V. M. and Venville, G. J. (2009). High school students' informal reasoning and argumentation about biotechnology: An indicator of scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 31 (11), 1421-1445.
- Demirbag, M. and Gunel, M. (2014). Integrating argument-based science inquiry with modal representations: Impact on science achievement, argumentation and writing skills. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(1), 386-391.
- Demirel, R. (2015). Katı basıncı konusunda argümantasyonun etkinliğinin uygulanması. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 5(2), 70-90.
- Demirel, R. ve Aslan, O. (2014). Kavram karikatürleriyle desteklenen fen ve teknoloji öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları ve kavramsal anlamalarına etkisi. *Journal of Theory and Practice in Education*, 10(2), 368-392.
- Deveci, A. (2009). *İlköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin maddenin yapısı konusunda sosyobilimsel argümantasyon, bilgi seviyeleri ve bilişsel düşünme becerilerini geliştirmek* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dilek, F. N. (2006). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin fotosentez ve solunum konularını kavramalarına ve fen'e karşı tutumlarına çoklu zekâ modelinin etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ekici, F., Ekici, E. and Aydın, F. (2007). Utility of concept cartoons in diagnosing and over coming misconceptions related top photosynthesis. *International of Journal of Environmental and Science Education*, 2(4), 111-124.
- Erduran, S., Ardaç, D. and Güzel, B. Y. (2006). Learning to teach argumentation: Case studies of pre-service secondary science teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(2), 1- 13.
- Erduran, S., Simon, S. and Osborne, J. (2004). Tapping into argumentation: Developments in the use of Toulmin's argument pattern in studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.
- Fettahoğlu, P. (2012). *Fen bilgisi öğretmeni adaylarının çevre okuryazarlığının geliştirilmesine yönelik olarak argümantasyon ile probleme dayalı öğrenme yaklaşımının kullanımı* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gökmenoğlu, R. (2011). *Lise dokuzuncu sınıf öğrencilerinde inorganik maddelerle ilgili karşılaşılan kavram yanlışlarının araştırılması* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Güler, Ç. (2016). *Fen laboratuvarı derslerinde kullanılan argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının fen bilgisi öğretmen sayılarının akademik başarılarına etkisi ve yaklaşım hakkındaki görüşleri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Gültepe, N. (2011). *Bilimsel tartışma odaklı öğretimin lise öğrencilerinin bilimsel süreç ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gümrah, A. (2013). *Bilimsel tartışma yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin kimyasal değişimler konusunu anlamaları, bilimin doğası hakkındaki görüşleri, bilimsel süreç, iletişim ve argüman becerileri üzerine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Günel, M., Kınır, S. ve Geban, Ö. (2012). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının kullanıldığı sınıflarda argümantasyon ve soru yapılarının incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(164), 316-330.
- Güneş, T., Dilek, N. Ş., Hoplan, M. ve Güneş, O. (2012). İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinde fotosentez ve solunum konusunda oluşan kavram yanlışları. *Dünya'daki Eğitim ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 1, 42-47.

Kaçar, S. ve Balım, A. G. (2018). Argümantasyona dayalı sorgulama yöntemin elektrik enerjisi konusunda kullanımına ilişkin etkinlik örneği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 8(2), 127-149.

Kaptan, F. ve Aydın, Ö. (2014). Fen teknoloji öğretmen adaylarının eğitiminde argümantasyonun biliş üstü ve mantıksal düşünme becerilerine etkisi ve argümantasyona ilişkin görüşleri. *Eğitim Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(2), 163-188.

Karaer, G. (2016). *Fen laboratuvarında sınıf öğretmeni adaylarına uygulanan argümantasyon ve proje tabanlı öğretim yöntemlerinin etkililiğinin incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

Karagöz, S. (2016). *Lise on birinci sınıf biyoloji dersinde fotosentezde kavram yanlışları*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Karamustafaoğlu, S. ve Celep-Havuz A. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme algılarının incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 233-247.

Karataş, F. Ö., Köse, S. ve Coştu, B. (2003). Öğrenci yanlışlarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 13(1), 54-69.

Kardaş, N. (2013). *Fen eğitiminde argümantasyon odaklı öğretimin öğrencilerin karar verme ve problem çözme becerilerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Karslı, F. ve Ayas, A. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının kimya konularında sahip oldukları alternatif kavramlar. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(2), 284-313.

Kaya, B. (2009). *Araştırma temelli öğretim ve bilimsel tartışma yönteminin ilköğretim öğrencilerinin asitler ve bazlar konusunu öğrenmesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kaya, F. (2010). *Fen bilgisi öğretmen adaylarında fotosentez ve bitkilerde solunum konularında görülen kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli kavramsal değişim metinlerinin etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Kaya, Z. (2010). *Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının fotosentez ve hücre solunum konusundaki teknolojik pedagojik alan bilgisinin araştırılması* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Kaya, O. N. ve Kılıç, Z. (2008). Etkin bir fen öğretimi için tartışmacı söylev. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(3), 89-100.

Kaya, O. N. ve Kılıç, Z. (2010). Fen sınıflarında meydana gelen diyaloglar ve öğrenme üzerine etkileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 18(1), 115-130.

Keçeci, G.ve Kırbağ-Zengin, F. (2016). Araştırma ve sorgulamaya dayalı fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına etkisi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 47, 269-287.

Kırılmazkaya, G. ve Kırbağ-Zengin, F. (2016). Öğretmen adaylarının fotosentez konusu hakkında kavram yanlışlarının Vee diyagramı aracılığıyla belirlenmesi ve bu araca yönelik görüşlerinin tespiti. *Erzincan Dergisi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 1537-1563.

Kirman Bilgin, A. ve Yiğit, N. (2017). React stratejisine yönelik tasarlanan öğretim materyallerinin öğrencilerin yoğunluk kavramı ile bağlamları ilişkilendirmeleri üzerine etkisinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(2), 495-519.

Köse S. (2004). *Fen bilgisi öğretmen adaylarında fotosentez ve bitkilerde solunum konularında görülen kavram yanlışlarının giderilmesinde kavram haritalarıyla verilen kavram değişim metinlerinin etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Köse S., Ayas, A. ve Taş, E. (2003). Bilgisayar destekli öğretimin kavram yanlışları üzerine etkisi: Fotosentez. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14), 106-112.

Köse, S., Ayas, A., Coştu, B. ve Karamustafaoğlu, S. (2004). Fotosentez konusunun işlenişinin belirli kriterlere göre değerlendirilmesi, *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(2), 181-189.

Köse, S. and Uşak, M. (2006). Determination of prospective science teachers' misconceptions: photosynthesis and respiration in plants. *Internatinal Journal of Environmental and Science Education*, 1(1), 25–52.

Kumlu G. (2012). *Alternatif kavramlara sahip fen bilgisi öğretmen adaylarında fen metinlerini okurlarken aktif hale gelen bilişsel ve üstbilişsel stratejiler* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Küçük, H. (2012). *İlköğretimde bilimsel tartışma destekli sınıf içi etkinliklerin kullanılmasının öğrencilerin kavramsal anlamalarına, sorgulayıcı öğrenme becerileri algılarına ve fen ve teknoloji'ye yönelik tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans Tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

Marmaroti, P. and Galanopoulou, D. (2006). Pupils' understanding of photosynthesis: A question naire for the simultaneous assessment of all aspects. *International Journal of Science Education*, 28(4), 383-403.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB].(2005). İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programı. Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). İlköğretim fen bilimleri dersi öğretim programı. Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). İlköğretim fen bilimleri dersi öğretim programı. Ankara.

Mutlu, M. (2004). *İlköğretim sekizinci sınıf fen bilgisi dersinde fotosentez- hücre solunum konusunun 4mat öğretim modeli kullanılarak öğretilmesinin öğrenci tutum ve başarısı üzerine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Mutlu, M. ve Özel, M. (2008). Sınıf öğretmen adaylarının çiçekli bitkilerin büyüme ve gelişme konuları ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanılgıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(1), 107-124.

Nacaroglu, O. ve Mutlu, F. (2016). Proje tabanlı öğrenmenin fen bilgisi öğretmen adaylarının fotosentez konusundaki akademik başarısına etkisi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 5, 113-125.

Namdar, B ve Tuskan, İ. B. (2018) Fen bilgisi öğretmenlerinin argümantasyona yönelik görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1),1-22.

Okumuş, S. (2012). *Maddenin halleri ve ısı ünitesinin bilimsel tartışma (argümantasyon) modeli ile öğretiminin öğrenci başarısına ve anlama düzeylerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Oluk, S. ve Oluk, E. (2016). Ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin canlılarda enerji kavramıyla ilgili bazı kavram yanılgıları. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 51, 97-111.

Orbanić, N. D., Dimec, D. S. and Cencic, M. (2016). The effectiveness of a constructivist teaching model on students' understanding of photosynthesis. *Journal of Baltic Science Education*, 15(6), 575–587.

Öğreten, B ve Uluçınar-Sağır, Ş. (2014). Argümantasyona dayalı fen öğretiminin etkililiğinin incelenmesi. *Journal of Turkish Science Education*, 11(1), 75-100.

Önder, R. (2015). *Biyoloji dersinde akıllı tahta kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, akıllı tahta kullanımına ve derse yönelik tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Özcan, R., Aktamış, H. ve Hiğde, E. (2018). Fen bilimleri derslerinde kullanılan argümantasyon düzeyinin belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43, 93-106.

Özkara, D. (2011). *Basınç konusunun sekizinci sınıf öğrencilerine bilimsel argümantasyona dayalı etkinlikler ile öğretilmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.

Özmen, H. (2019). Deneyisel araştırma yöntemi. H. Özmen & O. Karamustafaoğlu (Eds.), *Eğitimde araştırma yöntemleri içinde* (ss.198-226). PegemA: Ankara.

Öztaş, H., Özay, E. ve Öztaş, F. (2003). Teaching cell division to secondary school students: An investigation of difficulties experienced by turkish teachers. *Journal of Biological Education*, 38(1), 13–15.

Öztürk, T. (2011). *İlköğretim sekizinci sınıf canlılar ve enerji ilişkileri ünitesinin kavram haritaları, yapılandırılmış grid ve tanılayıcı dallanmış ağaç teknikleri ile işlenmesinin öğrencilerin fen ve teknoloji dersine karşı tutumları üzerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Öztürk, M. (2013). *Argümantasyonun kavramsal anlamaya, tartışmacı tutum ve özyeterlik inancına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Parım, G. (2009). *İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinde fotosentez, solunum kavramlarının öğrenilmesine, başarıya ve bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesinde araştırmaya dayalı öğrenmenin etkileri* (Yayınlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Polat, H. (2014). *Atomun yapısı konusunda argümantasyon yönteminin ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin başarıları üzerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Ross, P., Tronson, D. and Ritchie, R. J. (2005). Modelling photosynthesis to increase conceptual understanding. *Journal of Biological Education*, 40(2), 84-88.
- Saraç, H. (2017). 7E öğretim modeline göre hazırlanan materyallerin öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarını anlamalarına etkisi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 5(1), 1-19.
- Simon, S., Erduran, S. and Osborne J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2), 235-260.
- Simonneaux, L. (2001). Role-player debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis. *International Journal of Science Education*, 23(9), 903-927.
- Şahin, F. ve Hacıoğlu, Y. (2010, Kasım). *Bilimsel tartışma destekli örnek olayların sekizinci sınıf öğrencilerinin kalıtım konusunda kavram öğrenmelerine ve okuduğunu anlama becerilerine etkisi*. 3rd International Conference on New Trends in Education and Their Implications' de sunulan bildiri, Antalya.
- Şaşmaz-Ören, F. Ş., Karatekin, P., Erdem, Ş. ve Ormancı, Ü. (2012). Öğretmen adaylarının bitkilerde solunum-fotosentez konusundaki bilgi düzeylerinin kavram karikatürleriyle belirlenmesi ve farklı değişkenlere göre analizi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(3), 155-174.
- Şensoy, Ö. ve Yıldırım, H. İ. (2017). Araştırma soruşturma tabanlı öğrenme yaklaşımının yaratıcı düşünme ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 6(1), 34-46.
- Tekeli, A. (2009). *Argümantasyon odaklı sınıf ortamının öğrencilerin asit- baz konusundaki kavramsal değişimlerine ve bilimin doğasını kavramalarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tekkaya, C. ve Balcı, S. (2003). Öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi. Dergisi*, 24(24), 101-107.
- Tlala, B., Kibirige, I. and Osodo, J. (2014). Investigating grade ten learners' achievements in photosynthesis using conceptual change model. *Journal of Baltic Science Education*, 13(2), 155-164.
- Tola, Z. (2016). *Argümantasyon öğretiminin ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin madde ve ısı ünitesine yönelik kavramsal anlama, bilimsel düşünme ve bilimin doğası anlayışları üzerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi), Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Töman U. ve Odabaşı-Çimer S. (2015). Fotosentez ve bitkilerde solunum kavramlarının farklı öğrenim seviyelerinde öğrenilme durumlarının araştırılması. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 2, 1-15.
- Ulu, C. S. ve Bayram, H. (2015). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımına dayalı laboratuvar etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin kavram öğrenmelerine etkisi: Yaşamımızdaki elektrik ünitesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(37), 61-75.
- Uluçınar-Sağır, Ş. (2008). *Fen bilgisi dersinde bilimsel tartışma odaklı öğretimin etkililiğinin incelenmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Uzunhasanoğlu, Ö. (2017). *Biyoloji öğretmen adaylarının bazı genel biyoloji kavram anlayışlarının incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ünal, Ş. ve Yıldız, K. (2016). Örnek olayların entegre edildiği argümantasyon yönteminin öğrencilerin çevre konularındaki başarı ve tutumuna etkisi. *Informal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 25-51.

Yalçinkaya, I. (2018). *Altıncı sınıf seviyesinde argümantasyon odaklı etkinliklerle dolaşım sistemi konusunun öğretiminin akademik başarıya, kavramsal anlamaya ve argümantasyon seviyelerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Yeşildağ-Hasançebi, F. ve Günel, M. (2013). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının dezavantajlı öğrencilerin fen bilgisi başarılarına etkisi. *İlköğretim Online*, 12(4), 1056-1073.

Yeşiloğlu, S. N. (2007). *Gazlar konusunun lise öğrencilerine bilimsel tartışma (argümantasyon) odaklı yöntem ile öğretimi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

6. EXTENDED ABSTRACT

In the 21st century, individuals are required to have high-level thinking skills such as problem solving, having different perspectives, being innovative and having multi-faceted thinking. In order to develop these high-level skills, basic skills and knowledge related to science subjects should be possessed. For example, solving a problem related to a science subject requires understanding the concepts. Starting with the birth, children begin to realize what is happening around them, gain their own experiences and make sense of their experiences. Then, they start school with a series of nonscientific ideas. If students cannot harmonize new knowledge they learned at school with their own ideas, misconceptions may occur. Literature urges upon the effectiveness of the methods on conceptual change so that it will improve both cognitive skills and the social skills of individuals depending on interpersonal interaction and communication. Scientific argumentation which consists of all kinds of mental procedures to explain the contrast between two opposing ideas, is one of these methods. Scientific argumentation is defined by various researchers. Toulmin stated that the basic elements of the scientific argumentation consisted of claim, data, warrant, rebuttal, backings and qualifier. A claim is the main argument while warrant tells why the claim is made and is supported by the data. Use of scientific argumentation allows students to easily solve any problem they encounter in their daily life by using the knowledge they have learned at school.

Literature review showed that Photosynthesis and Respiration (PR) are difficult to comprehend and students tend to misunderstand. It has been determined that there is a lack of knowledge and students from primary school to higher education level hold misconceptions related to PR. In both domestic and international studies, it is noteworthy that traditional methods are insufficient to eliminate these misconceptions and it is suggested to provide on new teaching methods and teaching materials that give opportunity to students for making sense of knowledge, interpret and use it. Since Inquiry Based Approach embedded in Science Education, it is important to investigate the understanding of students related to PR within the context of Scientific Argumentation Based Instruction (SABI). Therefore, the purpose of this study is to determine the effect of scientific argumentation-oriented activities regarding PR on the conceptual understanding of 8th grade students.

Quasi-experimental design was used in this study. Pilot study was carried out in 2017-2018 academic year, and main study was carried out in 2018-2019 academic year with the number of 40 students. Educational Informatics Network (EIN) and teaching methods and techniques which were suggested in science curriculum were applied in the control group. For the treatment group, activities based on The Toulmin's Model of Argumentation and Educational Informatics Network (EIN) were used. Worksheets which were prepared according to scientific argumentation were engaged in treatment group's activities. Content validity of the developed activities was ensured by an expert in science teaching and two science teachers. Data was drawn from Photosynthesis and Respiration Concept Test (PRCT) which involved open-ended and two phased questions. The measurement tool was conducted as a pretest, post-test, and retention test in groups.

Findings from the study showed that there was no significant difference between the achievement of treatment and control group. On the other hand, treatment group had greater progress on learning human-food and human-energy relationships, the purpose of photosynthesis and respiration. It was also seen that students in treatment group showed greater performance in explaining topics in detail. Besides, treatment group had better use of scientific language and was able to interpret concepts by using cause and effect relationship. Reason to that is worksheets -including concept cartoons which were designed based on scientific argumentation-led students to discuss controversial claims about the purpose and importance of photosynthesis and respiration by stating appropriate reasons within the groups. Literature also confirms that activities used in the scientific argumentation increase students' conceptual understanding. Nevertheless, the reason for students to have wrong answers is erroneous and superficial textbooks which affect students' conceptual understanding adversely was seen to be common result of the studies. If students are not guided properly, they try to over-generalize the concepts. Literature suggests students who have prior knowledge can form their own claims and lead to conceptual change even though claims are not given in the first place. Therefore, this study recommends investigating the effect of using prior knowledge together with scientific argumentation strategies on conceptual understanding. In this study, argumentation skills of control group haven't been examined. It is suggested for future studies to search argumentation skills by conducting qualitative techniques to gain in depth understanding.