



Üst kavramsal laboratuvar etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kavramsal Anlamalarına Etkisi: Fotosentez ve Bitkilerde Solunum

Gökhan GÜVEN*, Nevin KOZCU ÇAKIR**, Oğuz ÖZDEMİR***

Makale Bilgisi	ÖZET
Geliş Tarihi: 16.10.2018	<p>Çalışma, fotosentez ve bitkilerde solunum konuları ile ilgili üst kavramsal laboratuvar etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları üzerine etkisinin araştırılmasını konu almaktadır. Bu amaçla araştırma, 2016-2017 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde, Genel Biyoloji Laboratuvar Uygulamaları dersi kapsamında, fotosentez ve bitkilerde solunum konularının 34 Fen bilgisi öğretmen adayı ile bir dönem boyunca üst kavramsal laboratuvar etkinlikleri şeklinde işlenmesiyle yürütülmüştür. Çalışmada tek grup ön-son test modeli kullanılmıştır. Araştırmada veriler, "Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Kavram Testi" ve "açık-uçlu sorular" ile toplanmıştır. Elde edilen veriler betimsel analiz tekniği ile çözümlenmiştir. Araştırma sonucunda, biyoloji laboratuvar uygulamalarında üst kavramsal laboratuvar etkinliklerinin kullanımı öğretmen adaylarının ilgili konuya yönelik kavramsal anlamalarını geliştirdiği ve kavram yanlışlarını giderdiği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda biyoloji laboratuvar uygulamalarında soyut ve anlaşılması zor kavramların öğretiminde öğrencilerin üst bilişlerinin kavram haritası oluşturma, poster hazırlama, deneylerle ilgili sınıf ve grup tartışması yapma ve günlük yazma gibi faaliyetler ile aktif hale getirilmesi önerilmektedir.</p> <p>Anahtar Sözcükler: Fen eğitimi, üst bilişsel öğretim, üst kavramsal laboratuvar etkinlikleri</p>
Kabul Tarihi: 28.04.2019	
Erken Görünüm Tarihi: 19.05.2019	
Basım Tarihi: 30.04.2020	

The Effect of Metaconceptual Laboratory Activities on Pre-service Science Teachers' Conceptual Understanding: Photosynthesis and Respiration in Plants

Article Information	ABSTRACT
Received: 16.10.2018	<p>The study focuses on the investigation of the effects of metaconceptual laboratory activities related to photosynthesis and respiration in plants on the conceptual understanding of pre-service science teachers. To this end, the current study was conducted with the participation of 34 pre-service science teachers who were taught the subjects of photosynthesis and respiration in plants through metaconceptual laboratory activities within the context of the General Biology Laboratory Applications Course, in the spring term of 2016-2017 academic year. The study employed the single-group pretest-posttest model. The data of the current study were collected by using the "Photosynthesis and Respiration in Plants Concept Test" and "open-ended questions". The collected data were analyzed through the descriptive analysis technique. As a result of the study, it was found that the use of metaconceptual laboratory activities in biology laboratory applications enhanced the conceptual understanding of the subject of interest and resulted in the elimination of some misconceptions. In this regard, it can be suggested that during biology laboratory activities focusing on teaching of abstract and challenging concepts, students should be rendered more active by means of activities such as constructing the concept map of their metacognition, preparing posters, conducting class and group discussions about experiments and writing journals.</p> <p>Keywords: Science education, metacognitive teaching, metaconceptual laboratory activities</p>
Accepted: 28.04.2019	
Online First: 19.05.2019	
Published: 30.04.2020	

doi: 10.16986/HUJE.2019052442

Makale Türü (Article Type): Araştırma Makalesi

Kaynakça Bilgisi: Güven, G., Kozcu Çakır, N., & Özdemir, O. (2020). Üst kavramsal laboratuvar etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına etkisi: Fotosentez ve bitkilerde solunum. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(2), 285-305. doi: 10.16986/HUJE.2019052442

Citation Information: Güven, G., Kozcu Çakır, N., & Özdemir, O. (2020). The effect of metaconceptual laboratory activities on pre-service science teachers' conceptual understanding: Photosynthesis and respiration in plants. *Hacettepe University Journal of Education*, 35(2), 285-305. doi: 10.16986/HUJE.2019052442

* Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D., Muğla-TÜRKİYE. e-posta: gokhanguven@mu.edu.tr (ORCID: 0000-0001-9204-5502)

** Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D., Muğla-TÜRKİYE. e-posta: nkozcu@mu.edu.tr (ORCID: 0000-0002-7538-7882)

*** Doç. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D., Muğla-TÜRKİYE. e-posta: ozdemir@mu.edu.tr (ORCID: 0000-0003-2445-2119)

1. GİRİŞ

Fen derslerine ilişkin kavramların öğretiminde öğretmenlerin bazı konularda zorluk yaşadıkları bilinmektedir. Bu zorlanmanın temel sebebi, öğrencilerin dışarıdan kendi deneyim ya da gözlemleri ile elde ettikleri fen ile ilgili alternatif (bilimsel olmayan) kavramlarla sınıfa gelmeleridir. Bu şekilde okul dışında edinilmiş “naif kavrayışlar”, değişime karşı inatçı olup öğrencilik boyunca öğrenme süreçlerini olumsuz şekilde etkileyebilmektedir. Fen öğretiminin temel işlevi, bu tür naif kavrayışların bilimsel olarak temelden yeniden düzenlenmesini sağlamaktır (Vosniadou, 2003).

1.1. Kavramsal Değişim

Öğrenme süreçlerinin temelinde, kavramsal değişim yatmaktadır. Kavramları büyümeyle başlamamızla birlikte çevreden gözlem yoluyla ediniriz ve bu edindiğimiz kavramlar genelde bilimsel değildirler. Yaşamımız boyunca kavramlarla düşünür, keşfeder ve anlarız. Ancak kavramlar, statik yapılar olmayıp, tersine yeni durumlar karşısında sürekli değişime uğrayan dinamiklerdir. Buradaki değişim kavramsal değişimin temelini oluşturmaktadır (Posner, Strike, Hewson ve Gertzog, 1982; Smith, Blakeslee ve Anderson; 1994).

Piaget’in özümleme kuramında da belirtildiği üzere öğrenci yeni karşılaştığı bir durumu, mevcut kavramlarıyla ilişkilendirmeye çalışır. Öğrencinin mevcut kavramları yeni karşılaştığı durumu açıklayamadığında ise mevcut kavramlarını değiştirerek ya da yeniden yapılandırarak bir düzenleme yapar. Böylece öğrencide kavramsal değişim süreci başlamış olmaktadır (Posner, ve diğerleri, 1982). Ancak kavramsal değişimlerin meydana gelmesi için bazı şartların oluşması gerekmektedir. Posner ve arkadaşlarına göre (1982) bu şartlar (a) mevcut kavramlardan hoşnutsuzluk duyulmalı, (b) yeni kavram anlaşılır olmalı, (c) yeni kavram mantıklı görünmeli, (d) yeni kavram karşılaşılabilecek problemleri çözümünde kolaylık sağlamalı ve başka durumlarda da kullanılabilir olmalıdır.

Kavramsal değişimin yeni durumlar karşısında nasıl gerçekleştiğine yönelik ise farklı açıklamalar bulunmaktadır. Örneğin, Vosniadou (1994), kavramsal değişimi, öğrencilerin mevcut bilişsel yapılarını kullanarak zihinlerindeki modelleri sentezlemelerini sağlayan bir süreç olarak tanımlamaktadır. Mortimer (1995) de farklı alanlarda ve konularda farklı düşünce yollarının mümkün olduğunu, bir anlamın yapılandırılma sürecinin her zaman önceki kavramsal yapının üzerinde ve onunla ilişkili olarak gerçekleşmeyebileceğini, bazen bir anlamın yapılandırılmasının önceki kavramsal yapıdan bağımsız olarak da meydana gelebileceğini belirtmiştir. Ancak bununla ilgili daha sonraki araştırmalarda kavramsal değişimin gerçekleşmesi sürecinde öğrencilerin öğrenmeye karşı istemli olmalarının kavramsal değişimi oldukça kolaylaştırdığı belirtilmiştir. Sinatra ve Pintrich (2003) ise belirtilen istemli öğrenmeyi, öğrencilerin bilinçli kontrollerinin altında, motivasyonel faktörlerle (amaçlara yönelim, ilgi, öz yeterlik, öz düzenleme vb.) kabul edilen amaçlı ve kasıtlı öğrenme olarak tanımlamışlardır. Ayrıca Vosniadou (2003) istemli öğrenme ile öğrenenlerin, kavramları yapılandırmalarında üstbilişsel farkındalığın önemli olduğunu ifade etmektedir. Üstbilişsel farkındalık ise, öğrenenlerin öğrenme süreçlerinde nasıl öğrendikleriyle yüzleşmeleri anlamına gelmektedir. Voniadou’nun (2003) öne sürdüğü gibi, öğrenme süreçlerinde istedik yönde kavramsal değişimin gerçekleşebilmesi, her şeyden önce öğrenenlerin öğrenilen alana ilişkin kavram dağarcıklarının farkında olmaları, bunlar içerisinden tutarlı olmayan yapıları düzeltmeye istekli olmaları gerekmektedir. Bunun yolu ise, öğrenme süreçlerinde öğrencilerin en genel anlamda nasıl öğrendikleriyle yüzleşmelerini sağlayabilecek üstbilişlerinin farkındalıklarının sağlanmasından ve öğrenme yaşantılarından geçmektedir.

1.2. Üstbiliş

Üstbiliş, bireyin kendi düşünme sürecini yansıtması ve bu yansıtma hakkındaki düşünme yeteneğidir (Flavell, 1979). Jacobs ve Paris (1987) ise üstbiliş bireyler arasında paylaşılabilen bilişsel durum ya da süreçler hakkındaki herhangi bir bilgi olarak tanımlamaktadır. Ayrıca üstbiliş bireyin düşünmesini izleme ve yönetmeyi, bir olayı düşünmeden önce plan yapmayı, olay boyunca düzenlemeyi ve gelecek uygulamalar için revize ve plan yapmak amacıyla yansıtmayı kapsayan süreç olarak da tanımlanabilir (Perkins ve Grotzer, 1997). Bu tanımlar doğrultusunda üstbiliş, bireyin bilişsel süreçleri hakkındaki bilgisi ve bu süreçleri izleme ve düzenleme becerisi olarak özetlenebilir. Ayrıca, üstbiliş, bireyin öğrenme yaşantısını düzenleyen, bilişsel süreçler hakkındaki bilgi, kullanılacak strateji ve yöntemleri planlama, izleme ve sürecin sonunda elde edilen ürünü değerlendirerek yeniden düzenleme öğelerinden oluşur.

Bu bağlamda öğrencilerin üstbilişlerinin gelişimi ve öğrenme ortamlarının oluşturulması kuşkusuz öğretmenlerin iyi rehberlik yapmalarına bağlıdır. Diğer bir deyişle, öğrencilerin nasıl öğrendikleri konusunda farkındalık ve kavrayış içerisinde olan öğretmen, anlamlı ve kalıcı öğrenmeler yönünde rehberlik yapabilir. Ancak üstbilişlerin düzenlenmesi ve verimli hale gelebilmesi için öğretmenlerin üstbiliş bilgisine sahip olmaları gerekmektedir. Çünkü öğretmenler sınıf ortamlarında bir kavramı öğretirken öğretilecek olan kavramın belirlenmesinde, nasıl verileceğinin planlanmasında, kullanılacak olan stratejinin seçiminde, kaynakları yönetmede, düzenlemede, uygulama yapmada, kontrol etmede ve değerlendirmede bu üstbilişsel bilgi ve becerileri kullanmalıdırlar. Bu becerilere sahip öğretmenler, sınıf ortamında öğrencilerine üstbilişsel öğretim ile ilişkilendirerek kavramlarını verebilirler ve öğrencilerde kendi öğrenmelerini üstbilişsel olarak düzenleme, planlama ve değerlendirme yeterliliklerini geliştirebilirler (Zohar ve Barzilay, 2013). Bununla ilgili Hattie (2009) yapmış olduğu çalışmada, öğrencilerin kavram öğretiminde öğretmenlerin kullandığı stratejilerin öğretim programından daha önemli olduğunu belirtmiştir. Bu durumda, sınıf ortamında kavramların öğretimi sırasında yapılan üstbilişsel öğretim etkinliklerin, öğrencilerin öğrenme

sürecinde kendi öğrenmelerini gözden geçirmelerini, önceki ve mevcut kavramlar arasında karşılaştırma yapmalarını, güçlük çekilen durumları belirlemelerini, analiz ve derinlemesine değerlendirmeler yapmalarını sağlaması açısından önemlidir. Bu durum kavramsal değişimi kolaylaştırmaktadır (Georghiadès, 2000). Ayrıca bireylerin amaçlanan bilgiye ulaşması ve öğrendiklerini kendi içinde anlamlandırmaları üstbilişin gelişimi ve kullanımı açısından da çok önemlidir (Georghiadès, 2004). Georghiadès (2004), fen eğitiminde üstbilişin, öğrenme üzerine pozitif yönde bir etki sağladığını belirtirken, kavramsal değişimin gerçekleşmesinde ve bilimsel anlayışın benimsenmesinde üstbilişsel öğrenmelerin önemli olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca Schraw (1998) üstbilişin, başarılı bireylerin kendi bilişsel becerilerini daha iyi yönetmelerinde ve yeni bilişsel beceriler edinmeleri için kendi öğrenmeleri hakkında değerlendirmeler ve düzenlemeler yapmalarını sağlamasından dolayı öğrenme sürecinde önemli bir rol oynadığını belirtmiştir. Bu doğrultuda öğrencilerin kavramsal değişimlerine yönelik öğrenme ortamlarında üstbilişsel öğretime öğretmenlerin önem vermesi gerekmektedir. Zaten üstbilişin kavramsal değişim üzerinde etkili olduğuna dair birçok çalışma da alan yazında mevcuttur (Beeth, 1998; Yürük, 2005; 2007; Yürük, Beeth ve Andersen, 2009; Yürük, Selvi ve Yakışan, 2011).

1.3. Üstbilişsel Öğretim

Üstbilişin çok farklı tanımlamaları olmasına rağmen, bütün açıklamalarda bireyin gelişiminde üstbilişsel öğretimin önemli bir rol oynadığı belirtilmektedir. Çünkü üstbilişsel öğretim, öğrencilerin üstbilişsel düşüncesini iyileştirmek, öğrencilerin becerilerini (okuma becerileri, problem çözme becerileri veya daha üst düzey düşünme becerileri vb.) veya bilgi ve kavramsal anlayışlarını geliştirmek için uygulanmaktadır (Zohar ve Barzilai, 2013). Üstbilişin öğretiminde ve gelişiminde öğretim stratejileri, uygulanmasında ise öğretim faaliyetleri kullanılmaktadır. Bu faaliyetler; bireyin neyi, ne zaman, nasıl ve nerede kullanması gerektiği konusunda bilgi sahibi olması ve kendi öğrenmeleri hakkında planlama, izleme ve değerlendirme becerilerini geliştirerek öz düzenleme ile öğrenmelerini düzenlemesidir (Schraw, 1998). Bu doğrultuda hem bu öğelerin dikkate alınması hem de üstbilişin geliştirilmesi açısından ders içi öğretim faaliyetlerinin düzenlenmesi gerekmektedir. Yürük (2005; 2007), Yürük ve arkadaşları (2009) bu tür üstbilişsel faaliyetleri üstkavramsal faaliyetler olarak tanımlamakta ve bu faaliyetleri üç kategoriye ayırmaktadır. (1) Üstkavramsal farkındalık: öğretilen bir konuda, bireyde var olan ya da önceden sahip olduğu kavramsal ekolojinin öğeleri ve neyi bilmediğinin farkında olmasıdır. Kavramsal ekolojinin öğeleri arasında kendinde var olan mevcut kavramlar, zihinsel modeller, fikirler ve kavramın yer aldığı içerik günlük yaşantı deneyimleri ve ontolojik inançlar yer alabilir. (2) Üstkavramsal izleme: bireyin yeni bir kavramı öğrenme sürecinde iken zihinsel sürecini ve düşünce faaliyetlerini izlemesi olarak tanımlanmıştır. (3) Üstkavramsal değerlendirme: öğrenme sürecinin sonunda, öğrenen bireyin yeni kavramın ve kendinde var olan mevcut kavramın doğruluğunu, akla yatkinliğini ve kullanılabilirliğini değerlendirdiği ve bir yargıya vardığı durumdur (Yürük, 2005; Yürük ve diğerleri, 2009). Bu bağlamda öğrencilerin kavramsal değişimlerine yönelik üstkavramsal farkındalık, izleme ve değerlendirmenin yapılabilmesi amacıyla çeşitli üstkavramsal öğretim etkinlikleri gerçekleştirilmelidir.

1.4. Üstkavramsal Öğretim Etkinlikleri

Öğrencilerin mevcut kavramları, günlük hayattaki konuyla ilgili tecrübeleri, daha önce sahip oldukları kavramlar ve neyi bilmedikleri hakkında farkındalık oluşturulması, farklı kaynaklardan gelen fikirleri, bir kavramı anlayıp anlamadıkları ve fikirlerindeki değişimleri izlemeleri, farklı fikirlerin doğruluğu ve akla yatkinliği hakkında bir yargıya vararak değerlendirmelerine yönelik üstkavramsal öğretim etkinlikleri gerçekleştirilmelidir (Yürük, Selvi ve Yakışan, 2011). Bu doğrultuda kavram haritaları, yansıtıcı ve günlük yazma, etkileşimli tartışma, poster hazırlama, görsel sunumlar, bilgi ve iletişim teknolojileri ile desteklenmiş üstbilişsel eğitim, öğrencileri düşünmeye, tartışmaya, değerlendirmeye ve açıklamaya teşvik eden stratejiler ve öğretmenlerin kendi geliştirdikleri üstbilişsel modeller gibi farklı uygulamalar kullanılmaktadır (Yürük, Selvi ve Yakışan, 2011; Zohar ve Barzilai, 2013). Brown ve Palincsar da (1982), üstkavramsal öğretim etkinliklerinde sorgulama, açıklama, özetleme ve öngörme gibi süreçlerin önemli olduğuna vurgu yapmışlardır. Baird'de (1986) bu konuya ilişkin gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, öğrencilerdeki kavramsal değişimlerin uzun süre sınıf ortamında gerçekleştirilen üstkavramsal öğretim etkinlikleri ile değişime uğradıklarını ifade etmiştir.

Bu doğrultuda öğrencilerde kavramsal değişim süreçlerinin başlamasında, geliştirilmesinde ve değişime uğramasında üstkavramsal öğretim etkinliklerinin etkili olduğu görülmektedir. Fen alanındaki fizik, kimya ve biyoloji gibi derslerde soyut kavramların fazla olduğu göz önüne alındığında ise, öğrencilerin bu dersleri anlamaları ve zihinlerinde yapılandırmaları zor bir süreçtir (Bacanak, Küçük ve Çepni, 2004; Köse, 2004). Ayrıca fen kavramlarının günlük yaşamda sürekli karşımıza çıkması ve kavram yanlışlarının geçmişteki kişisel deneyimlerimize dayanması kavram yanlışlarının oluşmasına neden olmaktadır. Öğrenciler tarafından anlaşılması zor olan biyoloji konularından biri de fotosentez ve bitkilerde solunum konusudur (Marmaroti ve Galanopoulou, 2006). Ek olarak fotosentez olayı soyut olarak çok fazla kavram içeren karmaşık biyokimyasal reaksiyonlardan oluşmaktadır (Ohlsson ve Ergezen, 1997). Oksijenli ve oksijensiz solunum ise ekoloji, sindirim, solunum ve boşaltım sistemleri konularının anlaşılmasında ve bilişsel organizasyonunda öğrencilere yardımcı olan bir konudur (Yürük ve Çakır, 2000). Bu bağlamda fotosentez ve bitkilerde solunum konularında soyut kavramların ağırlıklı olması, mikro düzeyde biyolojik olayların fazla olmasından dolayı öğrencilerin anlamasının ve zihinlerinde yapılandırmasının zor olduğu söylenebilir. Bu bağlamda Ecevit ve Şimşek'in (2017) yaptığı çalışmada, öğretmenlerin fotosentez ve solunum konusunun öğretiminde zorlandıkları ve bu konuya ilişkin öğrencilerin fazla sayıda kavram yanlışlığına sahip oldukları tespit edilmiştir. Özellikle bu konuya ilişkin alan yazındaki çalışmalarda da ortaokuldan üniversiteye kadar her seviyedeki öğrencilerde kavram yanlışlığının olduğu ve öğrencilerin yeterli seviyede bir anlama göstermedikleri tespit edilmiştir (Anderson, Sheldon ve Dubai, 1990; Aşçı,

Özkan ve Tekkaya, 2001; Bacanak, Küçük ve Çepni, 2004; Çokadar, 2012; Güneş, Şener-Dilek, Hoplan ve Güneş, 2012; Kırbaşlar, Çingil-Bariş ve Ünal, 2009; Kırılmazkaya ve Kırbağ-Zengin, 2016; Köse, Ayas ve Uşak, 2006; Köse ve Uşak, 2006; Svandova, 2014; Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000; Tekkaya ve Balci, 2003; Töman, Odabaşı-Çimer ve Çimer, 2016; Yürük ve Çakır, 2000).

Buradan hareketle, fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoloji konularından biri olan fotosentez ve bitkilerde solunum konularının öğretiminde üstkavramsal öğretim etkinliklerinin kullanılması gerektiği önem arz etmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının bu konuya ilişkin yeterli bir anlayışa sahip olmaları ve kolay bir şekilde zihinlerinde yapılandırabilmeleri, kavramsal değişimi sağlamaları, var olan kavram yanlışlarını gidermeleri ve yeni karşılaşılan durumla ilgili açıklama ve düşünmeyi gerektiren, farkındalık, izleme ve değerlendirme gibi faaliyetleri sınıf ortamı yerine laboratuvar ortamında kolaylıkla yapabilecekleri ve daha verimli olabileceği düşünülmektedir. Bu doğrultuda kavramsal değişimlerin gelişiminde üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri ön plana çıkmaktadır.

1.5. Üstkavramsal Laboratuvar Etkinlikleri

Öğrenenlerin fen konularına ilişkin üstkavramsal farkındalıklarının artırılmasında, standart dersliklerde yürütülen etkinliklerin yanında laboratuvar yaşantıları ayrı bir yer tutmaktadır. Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen deneyler fen olgularının keşfedilmesini sağlarken, üst düzeyde kavramsal öğrenmenin gerçekleşmesini (Çepni, Kaya ve Küçük, 2005) ve öğrenmenin anlamlı olmasını sağlamaktadır (Telli, Yıldırım ve Şensoy, 2014; Yavru ve Gürdal, 1998). Fen konularının öğretimine yönelik laboratuvar ortamındaki öğretimler genellikle “açık uçlu deneyler”, “kapalı uçlu deneyler” ya da “hipotez test etme deneyleri” gibi farklı amaçlara yönelik olarak süreç becerilerinin kullanımı ile gerçekleştirilir (Çepni, Ayas, Johnson ve Turgut, 1996; Çepni ve Ayvaci, 2006; Ergin, Şahin-Pekmez ve Öngel-Erdal, 2005). Ancak, öğrencilerin laboratuvar ortamında deneysel keşifleri anlamlandırabilmeleri yoğun zihinsel süreçler gerektirmektedir. Ayrıca laboratuvar etkinliklerinde; deneysel süreçlerin yanında verilerin işlenmesi, hipotezin kurulması, bulguların yorumlanması ve çıkarımın yapılması gibi bilimsel süreç becerilerini kapsayan yoğun zihinsel süreçlerin de kullanıldığı görülmektedir (Tan ve Temiz, 2003).

Ancak, laboratuvar ortamındaki deneysel etkinliklerde kavramsal keşiflerin eşgüdüm içinde işe koşulması zor bir süreçtir. Genellikle öğrenciler, deneysel etkinliklerde karşılaştıkları durumlara, mevcut kavramsal kabullerle yaklaşmakta ve dolayısıyla deneysel ve kavramsal keşif yapmakta zorlanmaktadır. Bu doğrultuda bu süreçte, öğrencilerin deneysel keşiflerinin önünün açılabilmesi için mevcut kavramsal dağarcıklarıyla yüzleşmeleri, oldukça kritik bir önem taşımaktadır. Ancak bu şekilde, öğrencilerin alternatif kavramsal kabullerinden arınarak deneysel ve kavramsal keşif yapmaları, nihayetinde deneysel veriler ışığında kavramsal dağarcıklarını düzenlemeleri ile mümkün olabilir. Bu durumun gerçekleşmesine yönelik ise alan yazında çeşitli yaklaşımlar ve modeller öne çıkmaktadır. Bunlar arasında, “V-diagramı”, “doğrulama yaklaşımı”, “tümevarım yaklaşımı”, “bilimsel süreç becerileri yaklaşımı”, “teknik beceriler yaklaşımı”, “buluş yaklaşımı” yer almaktadır (Ayas, 2018; Novak, 1990). Ancak, sözü edilen bu modeller öğrencilerin deney öncesinde ve süreç boyunca mevcut kavramsal dağarcıklarıyla yüzleşmeleri ve etkili kavramsal değişim geçirmelerinde yeterince etkili olamamaktadır. Bu bağlamda çalışmada, öğrencilerin laboratuvar etkinliklerinde eşgüdüm içinde deneysel ve kavramsal keşif yapabilmeleri için “üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri” planlanmış ve uygulamaya geçirilmiştir.

1.6. Araştırmanın Amacı

Buradan hareketle araştırmanın amacı; Genel Biyoloji Laboratuvar Uygulamaları II dersi kapsamında yer alan fotosentez ve bitkilerde solunum konularının üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri ile işlenmesinin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ilgili konuları anlamaları üzerine etkisini derinlemesine incelemektir. Bu doğrultuda aşağıdaki araştırma soruları incelenmiştir.

- (1) Üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri, öğretmen adaylarının fotosentezle ilgili kavramları anlamalarını nasıl etkilemektedir?
- (2) Üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri, fen bilgisi öğretmen adaylarının bitkilerde solunum konusu ile ilgili kavramları anlamalarını nasıl etkilemektedir?
- (3) Üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri, fen bilgisi öğretmen adaylarının fotosentez ve bitkilerde solunum konularını ilişkilendirmelerini nasıl etkilemektedir?

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Modeli ve Çalışma Grubu

Çalışmada tek grup ön-son test yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 2016-2017 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda 2.sınıfta öğrenim gören ve Genel Biyoloji Laboratuvarı-II dersini alan öğrenciler oluşturmaktadır. Araştırmaya 24 kız ve 10 erkek olmak üzere toplam 34 öğretmen adayı katılmıştır. Katılımcıların yaşları 19-22 arasındadır. Çalışma grubuna, amaçlı örnekleme tekniği ile ilgili dersi alan, laboratuvar ortamında gerçekleştirilen bütün etkinlik ve deneylere katılan öğretmen adayları dâhil edilmiştir.

2.2. Veri Toplama Araçları

Araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoloji konularına yönelik kavramsal anlamalarını ve kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla "Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Kavram Testi" ve araştırmacılar tarafından konuya ilişkin oluşturulan "açık-uçlu sorular" kullanılmıştır.

Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Kavram Testi, öğretmen adaylarının fotosentez ve bitkilerde solunum konularına ilişkin akademik başarılarını ve sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla Köse (2004) tarafından geliştirilmiştir. Kavram testi iki aşamadan oluşmaktadır ve her iki aşamadaki test maddeleri çoktan seçmelidir. Kavram testinde toplam 20 soru bulunmaktadır. Özellikle kavram testinin ikinci aşaması birinci aşamanın gerekçesini istemekte ve ilgili konu hakkında öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını belirlemektedir. Geliştirilen kavram testinin geçerliliği mantıksal çözümleme yoluyla uzman görüşleri doğrultusunda sağlanmıştır. Güvenirliği ise bir testi iki eşdeğer yarıya bölme yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve "sperman Brown" formülü ile düzeltilerek ".78" olarak bulunmuştur.

Açık-uçlu sorular, öğretmen adaylarının fotosentez ve bitkilerde solunum konularına ilişkin araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Bu sorular klorofil, fotosentez, aerobik ve anaerobik solunum konularını ve fotosentez-solunum arasındaki ilişkiyi içermektedir. Açık-uçlu soruların kapsam geçerliliğine ilişkin uzman görüşleri alınmıştır. Güvenirliğine yönelik ise puanlayıcılar arası tutarlılığa bakılmıştır. Bu sorular; (a) Bitkilerin fotosentez yapmasının amacı nedir? (b) Bitkilerin fotosentez yapması için çevreden alması gereken madde veya maddeler nelerdir? Nedenleri ile birlikte açıklayınız. (c) Fotosentez nedir ve nasıl gerçekleşir? Denklemine yazarak açıklayınız. (d) Canlıların solunum yapmalarının amacı nedir? Solunum çeşitleri nelerdir? (e) Bir bitki nasıl solunum yapar? Sızca bir bitki soluk alıp verir mi? (f) Solunum olayı sonucunda hangi ürünler ortaya çıkar? (g) Solunum ve fotosentez olayları arasındaki temel farklar ve benzerlikler nelerdir?

2.3. Uygulama

Araştırma süresince uygulamalar 2016-2017 eğitim-öğretim yılında, Genel Biyoloji Laboratuvar Uygulamaları-II dersi kapsamında iki ders saati süresince 7 hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Uygulamaların birinci ve son haftasında veri toplama araçları kullanılarak araştırma verileri toplanmıştır. Çalışmada tasarlanan ilgili etkinliklerin ve deneylerin uygulamaları ise beş haftalık süreç içerisinde gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar, "klorofilin elde edilmesi", "fotosenteze etki eden etmenler", "bitkilerde besin üretimi", "aerobik ve anaerobik solunum" konularını kapsamaktadır. Bu konular doğrultusunda laboratuvar ortamında üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri ile uygulamalar yapılmıştır. Baird (1986) ile Yürük ve arkadaşları'nın (2011) üstkavramsal öğretim etkinlikleri örnek alınarak ders içeriği hazırlanmıştır. Bu öğretim etkinlikleri, kavram haritası oluşturma, poster hazırlama, deneylerle ilgili sınıf ve grup tartışması yapma ve günlük yazma şeklindedir. Araştırmada gerçekleştirilen her bir öğretim etkinliği hakkındaki içerikler aşağıda özetlenmiştir.

Kavram Haritası Oluşturma: Kavram haritaları öğretmen adaylarının fotosentez ve solunum konularında yer alan farklı kavramlar arasındaki ilişkileri ve farklılıkları fark edebilmeleri amacıyla uygulanmıştır. Öğretmen adaylarından kendilerine verilen terimleri kullanarak önce bireysel olarak kavram haritaları oluşturmaları istenmiştir. Kavram haritaları oluşturulduktan sonra, öğretmen adayları kendi gruplarında yer alan sınıf arkadaşları ile oluşturulan kavram haritalarının her birini birbiriyle karşılaştırmışlardır. Devamında öğretmen adayları, fikirlerindeki değişimleri izlemeleri ve fikirlerindeki değişimleri yansıtmaları amacıyla oluşturdukları kavram haritaları üzerinde değişiklikler yapmışlardır.

Poster Hazırlama: Bu etkinlikte her uygulama dâhilinde öğretmen adaylarından 4-5 kişilik gruplar halinde klorofil eldesi, fotosenteze etki eden etmenler, bitkilerde besin üretimi, aerobik ve anaerobik solunum konuları hakkında poster hazırlamaları istenmiştir. Poster hazırlamada grup üyelerine konu ile ilgili terimler verilmiş ve bu yönde tartışmalar gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adayları bu tartışmalarda konuyla ilgili fikir alışverişinde bulunmuşlar ve konu ile ilgili ön bilgilerinin farkına varmışlardır. Hazırlanan posterler, etkinlikler ve deneyler sonrası gruplar tarafından değişiklik için tekrar sınıfa dağıtılmıştır. Böylece öğretmen adayları hem ilgili kavramlara ilişkin var olan zihinsel model ve fikirlerine hem de konu ile ilgili neleri bilmediklerine yönelik farkındalık sağlamışlardır. Ayrıca öğretmen adaylarının fikirlerindeki değişimi izlemelerine yönelik gruplardan poster üzerinde ne tür değişiklik yaptıklarına ve yapmalarındaki nedenlere ilişkin açıklamaları sınıf arkadaşlarına sunmaları istenmiştir.

Sınıf ve Grup Tartışmaları: Bu tür tartışmalar ile öğretmen adaylarının fotosentez ve bitkilerde solunum ile ilgili sahip oldukları fikirlerini arkadaşları ile birlikte paylaşarak, bu fikirlerin karşılaştırılması hedeflenmiştir. Grup tartışmaları genellikle poster ve kavram haritası oluşturma esnasında, sınıf tartışmaları ise her bir etkinliğin sonunda gerçekleştirilmiştir.

Günlük Yazma: Üstkavramsal faaliyetlerin aktif hale getirilmesi amacıyla çalışmada günlük yazma etkinliği gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda öğretmen adaylarına yönerge doğrultusunda günlükler yazdırılmıştır. Günlükler ile öğretmen adaylarının sahip oldukları kavramlarının ve konu ile ilgili fikir ve görüşlerinin doğruluğu, nedenleri ve birbirleri ile ilişkileri hakkında düşünceleri, karşılaştıkları farklı fikirlere açık olmaları, bu fikirlerin özelliklerini anlayarak izlemeleri, farklı fikirlerin ve görüşlerin doğruluklarına yönelik yargıya varmaları çalışılmıştır. Ayrıca günlüklerde öğretmen adayları karşılaşılan yeni fikirlere yönelik kendi fikirlerini karşılaştırarak eksikliklerini gözden geçirme ve öğrenme sürecinde zorlandığı ve anlamakta güçlük çektiği durumları fark etme imkânı bulmuşlardır. Böylece öğretmen adayları verilen günlük yönergesi ile etkinlik

uygulamalarının sonunda bireysel olarak günlüklerini yazmışlardır. Bu doğrultuda uygulama süreci boyunca öğretmen adayları 5 kez günlük yazmışlardır. Öğretmen adaylarına verilen günlük yazma yönergesi aşağıda verilmiştir.

- (1) Tartışmalar boyunca sizin fikrinizden farklı görüşlere sahip olan/olanlar oldu mu?
- (2) Fikirleri sizinkinden hangi yönlerden farklıydı?
- (3) Bu fikirlerden hangileri size cazip geldi? Neden?
- (4) Bu tartışmalarda değiştirdiğiniz fikriniz oldu mu? Olduysa fikriniz neden değişti?
- (5) Bilmediğinizi fark ettiğiniz konu veya kavramlar oldu mu?
- (6) İlgili konuda tanımlamakta zorlandığınız kavramlar oldu mu?
- (7) Uygulamalarda yapılan tartışmalara rağmen ilgili konularda zihninizde netleştiremediğiniz kavramlar var mı?

Araştırmanın ilk haftasında öğretmen adaylarına üstbilgi, üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri, poster hazırlama, kavram haritası oluşturma, grup ve sınıf tartışması gerçekleştirme ve günlük yazma hakkında tanıtım ve örnekler üzerinden bilgilendirmeler yapılmıştır. Uygulamalarda özetle ilk olarak öğretmen adaylarına ilgili konuda yer alan terimler verilerek bireysel olarak kavram haritası hazırlamaları istenmiştir. Devamında hazırlanan kavram haritaları grup arkadaşlarınınkini ile karşılaştırılmış ve sonrasında kendi kavram haritasında eğer var ise değişiklikler yapılmıştır. Daha sonra öğretmen adaylarından konu ile ilgili verilen terimler doğrultusunda poster hazırlamaları ve hazırlanış esnasında grup tartışmaları yapmaları istenmiştir. Sonrasında ise öğretim elemanının rehberliğinde deneyler gerçekleştirilmiş ve deney ile ilgili sınıf tartışması yapılmıştır. Uygulamaların son aşamalarında ise uygulama başında hazırlanan posterler gruplar tarafından tekrar gözden geçirilerek, yapılan değişiklikler ve nedenleri sınıfça paylaşarak sınıf tartışması gerçekleştirilmiştir. Son durumda ise verilen yönerge doğrultusunda öğretmen adaylarından günlükler yazmaları istenmiştir.

2.4. Verilerin Analizi

Araştırmadan elde edilen veriler, nitel araştırma yöntemlerinde yer alan betimsel analiz tekniği kullanılarak çözümlenmiştir. Betimsel analizin amacı, ham verilerin okuyucunun anlayabileceği ve isterlerse kullanabileceği bir biçime sokulmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu çözümlemede öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanlışları, uygulamalar sonrası giderilen veya yeni oluşan kavram yanlışları çarpıcı bir şekilde yansıtmak amacıyla doğrudan alıntılara sık sık yer verilmiştir. Açık uçlu sorulara yönelik öğretmen adaylarının yanıtlarının kavram yanlışlığı içerip içermediği oluşturulan üç alan uzmanı (bir biyoloji eğitimi, iki fen eğitimi) tarafından değerlendirilerek belirlenmiştir. Değerlendirmelerde, alan yazında yer alan konuya ilişkin kavram yanlışları dikkate alınmıştır. Öğretmen adaylarının yanıtlarının kavram yanlışlığına sahip olup olmadığı ve belirlenen kavram yanlışlarının bilgi eksikliğinden kaynaklanıp kaynaklanmadığı alan uzmanlarının görüş birliğinin sağlanması ile karar verilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının giderilip giderilmediği ya da yeni kavram yanlışlarının oluşup oluşmadığı açık uçlu soruların ön ve son test uygulamalarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi ile belirlenmiştir. Ek olarak öğretmen adaylarının kavram testinde ve açık uçlu sorulardaki doğru ve yanlış yanıtlarının frekans ve yüzdelikleri de verilerek değerlendirmelerde bulunulmuştur.

3. BULGULAR

Çalışmada, her bir araştırma sorusuna ilişkin ulaşılan bulgular aşağıda sunulmuştur.

3.1. Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Çalışmada “Üst kavramsal laboratuvar etkinlikleri öğretmen adaylarının fotosentezle ilgili kavramları anlamalarını nasıl etkilemektedir?” sorusu incelenmiştir. Bu doğrultuda bu konuyla ilişkili hem açık uçlu sorulardaki hem de kavram testindeki sorular uygulamalar öncesi ve sonrası ayrıntılı olarak gözden geçirilmiştir. Fotosentez konusu ile veri toplama araçlarında bağlantılı olan sorular Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1.

Fotosentez Konusuna Yönelik Açık-Uçlu Sorularda ve Kavram Testinde İlişkili Olan Sorular

	Açık uçlu sorular	Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Kavram Testi
3.1.1	Bitkilerin fotosentez yapmasının amacı nedir?	Soru 2
3.1.2	Bitkilerin fotosentez yapması için çevreden alması gereken madde veya maddeler nelerdir? Nedenleri ile birlikte açıklayınız.	Soru 4
3.1.3	Fotosentez nedir ve nasıl gerçekleşir? Denklemi yazarak açıklayınız.	Soru 11

Tablo 1’de yer alan soruların derinlemesine incelenmesinin birinci aşamasında uygulamalar öncesi öğretmen adaylarında var olan kavram yanlışları belirlenmiştir. İkinci aşamasında uygulamalar sonrası öğretmen adaylarındaki kavramsal değişimler ve yeni oluşan kavram yanlışları tespit edilmiştir. Üçüncü aşamada ise kavramsal değişimlerin olduğu öğretmen adaylarının cevaplarından alıntılara yer verilmiştir.

“Bitkilerin fotosentez yapmasının amacı nedir?” sorusuna yönelik öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası yanıtları incelenmiştir ve cevapların frekans ve yüzdeleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2.

İlgili Açık-Uçlu Soruya Yönelik Verilen Yanıtların Frekans ve Yüzde Değerleri

	Uygulamalar Öncesi		Uygulamalar Sonrası	
	f	%	f	%
Bilimsel olarak doğru cevap	7	38,9	13	72,22
Kavram yanlışlığına sahip	11	61,1	2	11,11
Yeni oluşan kavram yanlışlığı	0	0,00	3	16,67
Toplam	18	100	18	100

Tablo 2 incelendiğinde uygulamalar öncesi bu soruya yönelik öğretmen adaylarının % 38,9’u bilimsel olarak doğru açıklama yaparken, % 61,1’inde kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri ile uygulamalar yapıldıktan sonra ise öğretmen adaylarının % 72,22’si bilimsel olarak doğru açıklama yaparken, % 11,11’inde kavram yanlışlarının aynı kaldığı, % 16,67’sinde ise yeni kavram yanlışlarının oluştuğu tespit edilmiştir.

Uygulamalar öncesi “Bitkilerin fotosentez yapmasının amacı nedir” sorusuna yönelik verilen öğretmen adaylarının yanıtlarında tespit edilen kavram yanlışları;

- ✓ Diğer canlıların besin ve oksijen ihtiyacını karşılamak.
- ✓ Oksijen sağlamak için.
- ✓ Büyümek ve güneş ışığı ile organik besin üretmek için yaparlar.
- ✓ Besin üretmek için.
- ✓ İnorganik maddelerden organik madde oluşturmak.
- ✓ Bitkinin solunum yapmasını sağlamak.
- ✓ Çevredeki oksijen miktarını arttırmak.
- ✓ Solunum yapan canlılara yardımcı olmak.
- ✓ Havadan karbondioksiti alıp oksijene çevirmek.
- ✓ Su ve oksijenin birleşip tepkimeye girerek besin ve enerji üretmektir.
- ✓ Hem solunum yapanlara yardımcı olmak hem de canlılığın devamlılığını sağlamak.

Uygulamalar sonrasında ilgili açık uçlu soruya verilen cevaplarda iki öğretmen adayında değişmeden kalan kavram yanlışlarına rastlanılmıştır. Bir öğretmen adayı (ÖA₉) uygulamalar öncesi “Diğer canlılar için besin ve oksijen üretmek amacındadırlar” şeklinde cevap verirken, uygulamalar sonrası “Büyüyelemek ve diğer canlıların yaşamını devam ettirmesi için besin üretmektir” olarak soruyu yanıtlamıştır. Görüldüğü üzere sahip olduğu kavram yanlışlığı değişmeden devam etmektedir.

Ayrıca başka bir öğretmen adayında (ÖA₃) uygulamalar sonrası yeni kavram yanlışlarının oluştuğu tespit edilmiştir. Öğretmen adayının uygulamalar öncesi “Hem solunum yapanlara yardımcı olmak hem de canlılığın devamını sağlamak” şeklinde bir kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenirken, uygulamalar sonrası “Işık ile karbondioksit ve sudan enerji üretmektir.” şeklinde de bir kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir.

Kavram testindeki fotosentez ile ilişkili soruya (soru 2) yönelik öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası yanıtları incelenmiştir ve cevapların frekans ve yüzdeleri Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3.

Kavram Testindeki Soru 2’ye Yönelik Yanıtların Frekans ve Yüzde Değerleri

Seçenekler	Ön-test (N:28)				Son-test (N:28)			
	1.aşama		2.aşama		1.aşama		2.aşama	
	f	%	f	%	f	%	f	%
a	1	3,57	6	21,43	1	3,57	2	7,14
b	9*	32,14	9*	32,14	24*	85,71	24*	85,71
c	7	25,00	11	39,29	2	7,14	1	3,57
d	11	39,29	2	7,14	1	3,57	1	3,57

“*” doğru cevabı temsil etmektedir.

Tablo 3 incelendiğinde öğretmen adaylarının ön-test cevaplarında en fazla 1. aşamada kavram yanlışlığının % 39,29 ile d şıkında olduğu göze çarpmaktadır. Bu aşamanın doğru cevap yüzdesi ise % 32,14 tür. Soru 2’ye ilişkin öğretmen adaylarının ön-test cevaplarının 2. aşaması incelendiğinde (1. aşamadaki cevabın nedeni sorulmuştur) kavram yanlışlığı en fazla % 39,29 ile c şıkında olduğu dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının son-test cevapları incelendiğinde ise, 1. aşamada doğru yanıt yüzdesinin % 85,71’e yükseldiği, ikinci aşamada ise yine % 85,71 olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda öğretmen adaylarının ilgili konuya ilişkin sahip oldukları kavram yanlışlarının giderildiği söylenebilir.

Ayrıca dört öğretmen adayında sahip oldukları kavram yanlışlarının uygulamalar sonrası yok olmadan öteye farklılaştığı tespit edilmiştir. Örneğin bir öğretmen adayının (ÖA₃) uygulamalar öncesi “fotosentezin yeşil bitkiler için en önemli yararı, oksijen üretmesidir. Bunu seçmemin nedeni ise, bitkilerin ve hayvanların kullanabilmesi için oksijen üretmesidir.” şeklinde sahip olduğu kavram yanlışlarının, uygulamalar sonrası “fotosentezin yeşil bitkiler için en önemli yararı, oksijen üretmesidir. Bunu seçmemin nedeni ise, fotosentezin bitkilerin büyümesi için enerji sağlamasıdır.” şeklinde değişiklik göstermesine rağmen devam ettiği belirlenmiştir.

“Bitkilerin fotosentez yapması için çevreden alması gereken madde veya maddeler nelerdir? Nedenleri ile birlikte açıklayınız.” sorusuna yönelik öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası yanıtları incelenmiştir ve cevapların frekans ve yüzdelikleri Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4.

İlgili Açık-Uçlu Soruya Yönelik Verilen Yanıtların Frekans ve Yüzde Değerleri

	Uygulamalar Öncesi		Uygulamalar Sonrası	
	f	%	f	%
Bilimsel olarak doğru cevap	6	33,3	12	66,67
Kavram yanlışına sahip	12	66,67	2	11,11
Yeni oluşan kavram yanlışlığı	0	0,00	4	22,22
Toplam	18	100	18	100

Tablo 4 incelendiğinde uygulamalar öncesi bu soruya yönelik öğretmen adaylarının % 33,3’ü bilimsel olarak doğru açıklama yaparken, % 66,67’sinde kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri ile uygulamalar yapıldıktan sonra ise öğretmen adaylarının % 66,67’si bilimsel olarak doğru açıklama yaparken, % 11,11’inde kavram yanlışlarının aynı kaldığı, % 22,22’sinde ise yeni kavram yanlışlarının oluştuğu tespit edilmiştir.

Uygulamalar öncesi “Bitkilerin fotosentez yapması için çevreden alması gereken madde veya maddeler nelerdir? Nedenleri ile birlikte açıklayınız.” sorusuna yönelik verilen öğretmen adaylarının yanıtlarında tespit edilen kavram yanlışları;

- ✓ Işık ortamında klorofilde CO₂ ve H₂O sentezi ile O₂ oluşur.
- ✓ Su ve güneş ışığı gereklidir. Bunları alarak tepkimeye girer.
- ✓ Fotosentez yapmak için su, besin ve CO₂’ye ihtiyaç duyar. Ortamdan alacağı CO₂ ve H₂O ile gelişimini sağlar.CO₂, H₂O ve azota ihtiyaç vardır.
- ✓ CO₂ + H₂O → O₂ + besin
- ✓ Toprakta su ve mineral alarak besin oluşturur. CO₂ alarak O₂’ye dönüştürür. Işık enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürür.
- ✓ Işık, su, mineral ve karbondioksit alır.
- ✓ CO₂ ve güneş ışınları gerekiyor. Klorofil ile güneş ışınları tepkimeye girerek enerjiye çevrilir.
- ✓ CO₂, güneş ışığı ve besin gereklidir. Besin yardımıyla CO₂’yi kullanarak, güneş ışığı sayesinde O₂ üretir.
- ✓ Su, mineral, CO₂ ve güneş ışığı alır.
- ✓ Işık enerjisi ve su havadan alınan CO₂’nin yakılmasında kullanılır.
- ✓ Işık, su, mineraller ve vitaminler gereklidir.
- ✓ Işık, besin, CO₂, inorganik ve organik maddeler gereklidir.
- ✓ Işık, su ve oksijen gereklidir.

Uygulamalar sonrasında ilgili açık uçlu soruya verilen cevaplarda iki öğretmen adayında değişmeden kalan kavram yanlışlarına rastlanılmıştır. Bir öğretmen adayı (ÖA₅) uygulamalar öncesi ÖA₅ “Güneş ışığı ve su gereklidir” şeklinde cevap verirken, uygulamalar sonrası “Işık ve su gereklidir” olarak soruyu yanıtlamıştır. Görüldüğü üzere sahip olduğu kavram yanlışlığı değişmeden devam etmektedir.

Ayrıca dört öğretmen adayında uygulamalar sonrası yeni kavram yanlışlarının oluştuğu tespit edilmiştir. Örneğin, bir öğretmen adayının (ÖA₈) uygulamalar öncesi “Güneş ışığı: boyca büyümeyi sağladığı için, ışık içerisindeki kalsiyum maddesi sayesinde bitkiyi büyütür. Su: topraktaki mineralleri emebilmek, yapısına katmak için gereklidir.” şeklinde bir kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenirken, uygulamalar sonrası “Güneş ışığı, bitkinin büyümesini sağlar. Su, karbondioksitle tepkimeye girerek besin ve oksijen elde etmesinde gereklidir. Karbondioksit, açığa oksijen çıkarmak için fotosentezde gereklidir.” şeklinde de bir kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir.

Kavram testindeki fotosentez ile ilişkili soruya (soru 4) yönelik öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası yanıtları incelenmiştir ve cevapların frekans ve yüzdelikleri Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5.

Kavram Testindeki Soru 4'e Yönelik Yanıtların Frekans ve Yüzde Değerleri

Seçenekler	Ön-test (N:28)				Son-test (N:28)			
	1.aşama		2.aşama		1.aşama		2.aşama	
	f	%	f	%	f	%	f	%
a	11	39,29	7	25,00	8	28,57	0	0,00
b	11*	39,29	8	28,57	19*	67,86	6	21,43
c	6	21,43	6*	21,43	1	3,57	18*	64,29
d			6	21,43			2	7,14
e			1	3,57			2	7,14

“*” doğru cevabı temsil etmektedir.

Tablo 5 incelendiğinde öğretmen adaylarının ön-test cevaplarında en fazla 1. aşamada kavram yanlışlarının % 39,29 ile a şıkında olduğu göze çarpmaktadır. Bu aşamanın doğru cevap yüzdesi ise % 39,29 dur. Soru 4'e ilişkin öğretmen adaylarının ön-test cevaplarının 2. aşaması incelendiğinde kavram yanlışları en fazla % 28,57 ile b şıkında olduğu dikkat çekmektedir. Sorunun genel yapısı incelendiğinde, sardunya bitkisinin ağırlığının ilk ölçümden sonra arttığını ifade ediyor ve toprağın ağırlığının durumu sorguluyor. Burada açık uçlu sorularda da gözlemlendiği gibi topraktan besin, mineral ve vitamin alındığı düşünülüyor ki, toprağın ağırlığının azaldığı gibi ifadeye yönelim söz konusudur. Gereçesi ile ilgili yanıtlar incelendiğinde ise b şıkkı önemli bir yüzdeye sahip olduğu görülmektedir. Bu bağlamda açık uçlu sorularda belirlenen kavram yanlışlarına benzer yanlışların kavram testinin bu sorusunda da ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının son-test cevapları incelendiğinde ise, 1. aşamada doğru yanıt yüzdesinin % 67,86'ya yükseldiği, ikinci aşamada ise % 64,29 olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda öğretmen adaylarının ilgili konuya ilişkin sahip oldukları kavram yanlışlarının giderildiği söylenebilir.

Ayrıca beş öğretmen adayının uygulamalar öncesi sahip oldukları kavram yanlışlarının yok olmadan öteye farklılaştığı tespit edilmiştir. Örneğin bir öğretmen adayının (ÖA₄) uygulamalar öncesi “*Toprağın ağırlığı biraz arttı. Bunu seçmemin nedeni ise, toprağın sardunya bitkisi tarafından dışarı salınan artık ürünlerden ağırlık kazanmasıdır.*” şeklindeki yanıtı; uygulamalar sonrası “*Toprağın ağırlığı biraz azaldı. Bunu seçmemin nedeni ise, sardunya bitkisinin topraktaki gübreyi (besini) ve suyu alarak fotosentezde kullanmasından dolayıdır.*” şeklinde değişiklik göstermesine rağmen devam ettiği belirlenmiştir.

“Fotosentez nedir ve nasıl gerçekleşir? Denklemi yazarak açıklayınız.” sorusuna yönelik öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası yanıtları incelenmiştir ve cevapların frekans ve yüzdeleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6.

İlgili Açık-Uçlu Soruya Yönelik Verilen Yanıtların Frekans ve Yüzde Değerleri

	Uygulamalar Öncesi		Uygulamalar Sonrası	
	f	%	f	%
Bilimsel olarak doğru cevap	10	55,56	16	88,88
Kavram yanlışına sahip	8	44,44	2	11,11
Yeni oluşan kavram yanlışları	0	0,00	0	0,00
Toplam	18	100	18	100

Tablo 6 incelendiğinde uygulamalar öncesi bu soruya yönelik öğretmen adaylarının % 55,56'sı bilimsel olarak doğru açıklama yaparken, % 44,44'ünde kavram yanlışları tespit edilmiştir. Üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri ile uygulamalar yapıldıktan sonra ise öğretmen adaylarının % 88,88'i bilimsel olarak doğru açıklama yaparken, % 11,11'inde kavram yanlışlarının aynı kaldığı, hiçbir öğretmen adayında yeni kavram yanlışlarının oluşmadığı tespit edilmiştir.

Uygulamalar öncesi “Fotosentez nedir ve nasıl gerçekleşir? Denklemi yazarak açıklayınız.” sorusuna yönelik verilen öğretmen adaylarının yanıtlarında tespit edilen kavram yanlışları;

- ✓ $CO_2 + H_2O \rightarrow O_2 + \text{besin}$, fotosentez olayı klorofil içeren yeşil bitkilerin gün ışığı ile aldığı karbondioksit ve su ile besin sentezi yapma işlemidir.
- ✓ $6 CO_2 + 6 H_2O \rightarrow O_2 + \text{besin (glikoz)}$ (gün ışığı)
- ✓ Glikoz ile suyun ışık enerjisi ile birlikte CO_2 ve enerjiye dönüşme işidir.
- ✓ $Glikoz + H_2O \rightarrow CO_2 + \text{Enerji}$
- ✓ $CO_2 + H_2O \rightarrow O_2 + ATP$, (gün ışığında) havadan aldığı karbondioksit, topraktan aldığı su ve minerallerle gün ışığında yaptığı oksijen ve enerji üretme işlemidir.
- ✓ $6 CO_2 + 6 H_2O \leftrightarrow 6 O_2 + C_6 H_{12} O_6$
- ✓ $CO_2 + H_2O \rightarrow O_2 + ATP$, (gün ışığında ve klorofil)
- ✓ $CO_2 + \text{klorofil} \rightarrow H_2O$ (gün ışığı)
- ✓ $CO_2 + H_2O \leftrightarrow O_2 + \text{Besin}$

Uygulamalar sonrasında ilgili açık uçlu soruya verilen cevaplarda iki öğretmen adayında değişmeden kalan kavram yanlışlarına rastlanılmıştır. Bir öğretmen adayı (ÖA9) uygulamalar öncesi " $CO_2 + H_2O \rightarrow O_2 + \text{besin}$ (gün ışığı ve klorofil) denklemini yazmış ve açıklama olarak klorofil içeren yeşil bitkilerin gün ışığı ile aldığı karbondioksit ve su ile besin sentezi yapma işlemidir." şeklinde cevap verirken, uygulamalar sonrası " $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow 6O_2 + C_6H_{12}O_6$ (gün ışığı ve klorofil) denklemini yazmıştır. Bitki yapısındaki klorofil pigmenti, güneşten aldığı ışık, havadan aldığı karbondioksit ve topraktan aldığı su ve mineraller ile inorganik maddelerden organik madde sentezi gerçekleşir." olarak soruyu yanıtlamıştır. Görüldüğü üzere sahip olduğu kavram yanlışlığı değişmeden devam etmektedir.

Kavram testindeki fotosentez ile ilişkili soruya (soru 11) yönelik öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası yanıtları incelenmiştir ve cevapların frekans ve yüzdeleri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7.

Kavram Testindeki Soru 11'e Yönelik Yanıtların Frekans ve Yüzde Değerleri

Seçenekler	Ön-test (N:28)				Son-test (N:28)			
	1.aşama		2.aşama		1.aşama		2.aşama	
	f	%	f	%	f	%	f	%
a	2	7,14	2	7,14	0	0,00	0	0,00
b	0	0,00	11	39,29	0	0,00	2	7,14
c	11	39,29	6*	21,43	3	10,71	23*	82,14
d	10*	35,71	1	3,57	24*	85,71	0	0,00
e	5	17,86	7	25,00	1	3,57	3	10,71
f			1	3,57			0	0,00

"*" doğru cevabı temsil etmektedir.

Tablo 7 incelendiğinde öğretmen adaylarının ön-test cevaplarında en fazla 1. aşamada kavram yanlışlarının % 39,29 ile c şıkkında olduğu göze çarpmaktadır. C şıkkı incelendiğinde " $6CO_2 + 6H_2O \leftrightarrow 6O_2 + C_6H_{12}O_6$ " şeklinde olması fotosentez olayının çift yönlü bir reaksiyon olduğunu ifade ederek, açık uçlu sorularda da elde edilen kavram yanlışlığı ile benzerlik gösterdiği görülmüştür. Bu aşamanın doğru cevap yüzdesi ise % 35,71'dir. Soru 11'e ilişkin öğretmen adaylarının ön-test cevaplarının 2. aşaması incelendiğinde kavram yanlışlığı en fazla % 39,29 ile b şıkkında olduğu dikkat çekmektedir.

Öğretmen adaylarının son-test cevapları incelendiğinde ise, 1. aşamada doğru yanıt yüzdesinin % 85,71'e yükseldiği, ikinci aşamada ise % 82,14 olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda öğretmen adaylarının ilgili konuya ilişkin sahip oldukları kavram yanlışlarının giderildiği söylenebilir.

Ayrıca uygulamalar sonrası iki öğretmen adayının var olan kavram yanlışlarının değişmediği, direnç gösterdiği tespit edilmiştir. Örneğin bir öğretmen adayının (ÖA₁) uygulamalar öncesi " $6CO_2 + 6H_2O \leftrightarrow 6O_2 + C_6H_{12}O_6$. Bunu seçmemin nedeni ise, fotosentez klorofil ve güneş enerjisiyle besin ve oksijen oluşturmaktır. Bu tepkime uygun ortam sağlandığında ise tersi olan solunum olayı gerçekleşir." şeklinde bir kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenirken, uygulamalar sonrası " $6CO_2 + 6H_2O \leftrightarrow 6O_2 + C_6H_{12}O_6$. Bunu seçmemin nedeni ise, karbondioksit ve suyun birleşerek glikoz ve oksijen oluşturmaktır. Bu olay uygun ortamda tersine de gerçekleşebilir." şeklindeki kavram yanlışlığının değişmediği belirlenmiştir.

3.2. İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Çalışmada "Üst kavramsal laboratuvar etkinlikleri, fen bilgisi öğretmen adaylarının bitkilerde solunum konusu ile ilgili kavramları anlamalarını nasıl etkilemektedir?" sorusu incelenmiştir. Bu doğrultuda bu konuyla ilişkili hem açık uçlu sorulardaki hem de kavram testindeki sorular uygulamalar öncesi ve sonrası ayrıntılı olarak gözden geçirilmiştir. Solunum konusu ile veri toplama araçlarında bağlantılı olan sorular Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8.

Solunum Konusuna Yönelik Açık-Uçlu Sorularda ve Kavram Testinde İlişkili Olan Sorular

Açık-uçlu sorular		Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Kavram Testi
3.2.1	Canlıların solunum yapmalarının amacı nedir? Solunum çeşitleri nelerdir?	Soru 8
3.2.2	Bir bitki nasıl solunum yapar? Sizce bir bitki soluk alıp verir mi?	Soru 10
3.2.3	Solunum olayı sonucunda hangi ürünler ortaya çıkar?	Soru 13

"Canlıların solunum yapmalarının amacı nedir? Solunum çeşitleri nelerdir?" sorusuna yönelik öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası yanıtları incelenmiştir ve cevapların frekans ve yüzdeleri Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9.

İlgili Açık-Uçlu Soruya Yönelik Verilen Yanıtların Frekans ve Yüzde Değerleri

	Uygulamalar Öncesi		Uygulamalar Sonrası	
	f	%	f	%
Bilimsel olarak doğru cevap	7	38,9	11	61,1
Kavram yanlışına sahip	11	61,1	7	38,9
Yeni oluşan kavram yanlışına	0	0,0	0	0,0
Toplam	18	100	18	100

Tablo 9 incelendiğinde uygulamalar öncesi bu soruya yönelik öğretmen adaylarının % 38,9'u bilimsel olarak doğru açıklama yaparken, % 61,1'inde kavram yanlışına tespit edilmiştir. Üst kavramsal laboratuvar etkinlikleri ile uygulamalar yapıldıktan sonra ise öğretmen adaylarının % 61,1'i bilimsel olarak doğru açıklama yaparken, % 38,9'unda kavram yanlışlarının aynı kaldığı tespit edilmiştir.

Uygulamalar öncesi "Canlıların solunum yapmalarının amacı nedir? Solunum çeşitleri nelerdir?" sorusuna yönelik verilen öğretmen adaylarının yanıtlarında tespit edilen kavram yanlışları;

- ✓ Oksijenli ve oksijensiz solunum vardır. Canlılık faaliyetlerini devam ettirmek için fotosentez yaparlar.
- ✓ Enerji üretmek için yaparlar. Oksijenli ve oksijensiz solunum diye ikiye ayrılır.
- ✓ Oksijen alamazsak ölürüz, yaşamak için solunum yaparız. Oksijenli ve oksijensiz solunum vardır.
- ✓ Besinleri parçalayarak kullanılabilir hale getirmek için solunum yaparız. Solunum çeşitleri oksijenli ve oksijensiz. Oksijensiz solunumda fermantasyon ve kemosentez diye ikiye ayrılır.
- ✓ Canlılar enerji üretmek yani ATP üretmek için solunum yaparlar. Oksijenli ve oksijensiz solunum diye ikiye ayrılır.
- ✓ Solunum canlıların hayatta kalabilmesi için gerekli olan enerjiyi üretmesidir. Oksijenli ve oksijensiz solunum diye ikiye ayrılır.

Uygulamalar sonrasında ilgili açık uçlu soruya verilen cevaplarda yedi öğretmen adayında değişmeden kalan kavram yanlışlarına rastlanılmıştır. Kavram yanlışının değişmediği bu durumla ilgili bir öğretmenin (ÖA₁) yanıtı şöyledir:

Canlılar enerji üretmek için yani ATP için solunum yaparlar. Oksijenli ve oksijensiz solunum (fermantasyon) diye ikiye ayrılır" şeklinde cevap verirken, uygulamalar sonrası "Her canlı hücrenin solunum yapma zorunluluğu vardır. Çünkü her hücre kendi enerjisini üretmek zorundadır başka hücrelerden transfer alamaz bundan dolayı her hücre ATP ihtiyacını karşılamak amacıyla solunum yapmak zorundadır. 2 çeşidi vardır Oksijenli ve oksijensiz solunum olarak."

Kavram testindeki fotosentez ile ilişkili soruya (soru 8) yönelik öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası yanıtları incelenmiştir ve cevapların frekans ve yüzdelikleri Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10.

Kavram Testindeki Soru 8'ye Yönelik Yanıtların Frekans ve Yüzde Değerleri

Seçenekler	Ön-test (N:28)				Son-test (N:28)			
	1.aşama		2.aşama		1.aşama		2.aşama	
	f	%	f	%	f	%	f	%
a	4	14,29	14	50,00	2	7,14	12	42,86
b	17	60,71	4	14,29	15	53,57	0	0,00
c	0*	0,00	8	28,57	8*	28,57	5	17,86
d	4	14,29	0*	0,00	1	3,57	8*	28,57
e	4	14,29	1	3,57	1	3,57	1	3,57
f			2	7,14			1	3,57

"*" doğru cevabı temsil etmektedir.

Tablo 10 incelendiğinde öğretmen adaylarının ön-test cevaplarında en fazla 1. aşamada kavram yanlışının % 60,71 ile b şıkta olduğu göze çarpmaktadır. Bu aşamanın doğru cevap yüzdesi ise % 0,00'dır. Soru 8'e ilişkin öğretmen adaylarının ön-test cevaplarının 2. aşaması incelendiğinde en fazla kavram yanlışına % 50,00 ile a şıkta olduğu dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının son-test cevapları incelendiğinde ise, 1. aşamada doğru yanıt yüzdesinin % 28,57'ye yükseldiği, ikinci aşamada ise yine % 28,57 olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda öğretmen adaylarının ilgili konuya ilişkin sahip oldukları kavram yanlışlarının çok fazla giderilmediği söylenebilir.

Ayrıca 12 öğretmen adayının uygulamalar öncesi sahip oldukları kavram yanlışlarının değişmediği, sekiz öğretmen adayının ise var olan kavram yanlışlarının yok olmadan öteye farklılaştığı tespit edilmiştir. Örneğin bir öğretmen adayının (ÖA₄) uygulamalar öncesi "Bitkilerin sadece geceleri, hayvanlar her zaman solunum yapar. Bunu seçmemin nedeni ise, bitkilerin gündüzleri karbondioksit alıp oksijen verirken, geceleri oksijen alıp karbondioksit vermesidir." şeklindeki yanıtı, uygulamalar sonrası da aynı şekildedir. Bir başka öğretmen adayının (ÖA₃) ise uygulamalar öncesi "Bitkilerin solunumu fotosentezdir. Bunu seçmemin nedeni ise, bitkilerin solunum için özel yapılara sahip olmasıdır." şeklinde bir kavram yanlışına sahip olduğu

belirlenirken, uygulamalar sonrası “*Bitkilerin sadece geceleri, hayvanlar her zaman solunum yapar. Bunu seçmemin nedeni ise, bitkilerin gündüzleri karbondioksit alıp oksijen verirken, geceleri oksijen alıp karbondioksit vermesidir.*” şeklinde de bir kavram yanılığısına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda bir öğretmen adayının (ÖA₄) ilgili konuya ilişkin kavram yanılığı devam ederken, diğer öğretmen adayının (ÖA₃) sahip olduğu kavram yanılığı farklı şekilde devam etmektedir.

“Bir bitki nasıl solunum yapar? Sizce bir bitki soluk alıp verir mi?” sorusuna yönelik öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası yanıtları incelenmiştir ve cevapların frekans ve yüzdeleri Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11.

İlgili Açık-Uçlu Soruya Yönelik Verilen Yanıtların Frekans ve Yüzde Değerleri

	Uygulamalar Öncesi		Uygulamalar Sonrası	
	f	%	f	%
Bilimsel olarak doğru cevap	1	5,6	11	61,1
Kavram yanılığısına sahip	17	94,4	5	27,8
Yeni oluşan kavram yanılığı	0	0,0	2	11,1
Toplam	18	100	18	100

Tablo 11 incelendiğinde uygulamalar öncesi bu soruya yönelik öğretmen adaylarının % 5,6’sı bilimsel olarak doğru açıklama yaparken, % 94,4’ünde kavram yanılığı tespit edilmiştir. Üst kavramsal laboratuvar etkinlikleri ile uygulamalar yapıldıktan sonra ise öğretmen adaylarının % 61,1’i bilimsel olarak doğru açıklama yaparken, % 27,8’inde kavram yanılığının aynı kaldığı, % 11,1’inde ise yeni kavram yanılığının oluştuğu tespit edilmiştir.

Uygulamalar öncesi “Bir bitki nasıl solunum yapar? Sizce bir bitki soluk alıp verir mi?” sorusuna yönelik verilen öğretmen adaylarının yanıtlarında tespit edilen kavram yanılığları;

- ✓ Bitkiler besin üretmek için yeteri kadar ışık enerjisi almadıklarında solunum yaparlar. Bu solunum stoma denilen açıklıklarda meydana gelen gaz alışverişleridir.
- ✓ Bitki güneş ışığının olmadığı durumda geceleri solunum yapar.
- ✓ Bitkiler yapraklarındaki stomaları ile soluk alıp verirler ve bunu geceleri yaparlar.
- ✓ Geceleri oksijen alır ve ortama karbondioksit verir.
- ✓ Fotosentez yapar. Gündüzleri oksijen verirken geceleri karbondioksit solur.
- ✓ Yapraklarında terleme sonucu fotosentez sayesinde gerçekleşir. Soluk alıp verme olayı hayvanlardaki gibi görülmez.
- ✓ Bitkiler stomaları sayesinde solunum yapar.
- ✓ Bitkiler havadaki oksijeni kullanarak yaprakları, genç dalları ve toprak altı yumruları sayesinde gaz değişimi yaparak solunum yaparlar.
- ✓ Bir bitki geceleri fotosentez yapamaz ama oksijeni kullanarak solunum yapar.
- ✓ Bitkiler ışıksız ortamda kalınca solunum yapar. Soluk alıp vermek için akciğer gereklidir.
- ✓ Bitkiler sadece geceleri solunum yapar. Bitki soluk alıp vermez ama kökleri sayesinde oksijen üretir.
- ✓ Bitkiler ortamda ışık olmadığı zaman oksijen alıp karbondioksit vererek solunum yapar.
- ✓ Bitkiler yapraklarıyla solunum yapar. Fazla suyu ve mineralleri yapraklarından vererek solunum yapar.

Uygulamalar sonrasında ilgili açık uçlu soruya verilen cevaplarda ise beş öğretmen adayında değişmeden kalan kavram yanılığlarına rastlanılmıştır. Bir öğretmen adayı (ÖA₆) uygulamalar öncesi “*Yaprakları ile solunum yaparlar. Geceleri solunum olayı gerçekleşir.*” şeklinde cevap verirken, uygulamalar sonrası “*Geceleri fotosentez olmadığı için solunum yaparlar, oksijen alıp karbondioksit verirler.*” olarak soruyu yanıtlamıştır. Görüldüğü üzere sahip olduğu kavram yanılığı değişmeden devam etmektedir.

Kavram testindeki fotosentez ile ilişkili soruya (soru 10) yönelik öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası yanıtları incelenmiştir ve cevapların frekans ve yüzdeleri Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12.

Kavram Testindeki Soru 10’a Yönelik Yanıtların Frekans ve Yüzde Değerleri

Seçenekler	Ön-test (N:28)				Son-test (N:28)			
	1.aşama		2.aşama		1.aşama		2.aşama	
	f	%	f	%	f	%	f	%
a	22	78,57	22	78,57	12	48,86	11	39,29
b	2	7,14	1	3,57	0	0,00	0	0,00
c	4*	14,29	0	0,00	16*	57,14	0	0,00
d			3	10,71			1	3,57
e			2*	7,14			16*	57,14
f			0	0,00			0	0,00

“*” doğru cevabı temsil etmektedir.

Tablo 12 incelendiğinde öğretmen adaylarının ön-test cevaplarında en fazla 1. aşamada kavram yanlışlarının % 78,57 ile a şıkında olduğu göze çarpmaktadır. Bu aşamanın doğru cevap yüzdesi ise % 14,29 dur. Soru 10'a ilişkin öğretmen adaylarının ön-test cevaplarının 2. aşaması incelendiğinde kavram yanlışları en fazla % 78,57 ile a şıkında olduğu dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının son-test cevapları incelendiğinde ise, 1. aşamada doğru yanıt yüzdesinin % 57,14'e yükseldiği, ikinci aşamada ise yine % 57,14 olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda öğretmen adaylarının ilgili konuya ilişkin sahip oldukları kavram yanlışlarının tam anlamıyla giderilmediği, sahip olunan kavram yanlışlarının direnç gösterdiği söylenebilir.

Ayrıca sekiz öğretmen adayında uygulamalar öncesi sahip oldukları kavram yanlışlarının değişmediği, dört öğretmen adayında ise var olan kavram yanlışlarının yok olmadan öteye farklılaştığı tespit edilmiştir. Örneğin bir öğretmen adayının (ÖA₄) uygulamalar öncesi "Sadece fotosentez için gerekli olan ışık enerjisi olmadığı zaman. Bunu seçmemin nedeni ise, bitkilerin gün boyu ışık enerjisini kullanarak fotosentez yaparken geceleri solunum yapmasıdır." şeklindeki kavram yanlışları uygulamalar sonrası da değişmeden kalmıştır. Ancak bir öğretmen adayında (ÖA₆) uygulamalar sonrası yeni kavram yanlışlarının oluştuğu tespit edilmiştir. Öğretmenin uygulamalar öncesi "Sadece fotosentez için gerekli olan ışık enerjisi olduğu zaman. Bunu seçmemin nedeni ise, bitkilerin gün boyu ışık enerjisini kullanarak fotosentez yaparken geceleri solunum yapmasıdır." şeklinde kavram yanlışlarına sahip olduğu belirlenirken, uygulamalar sonrası "Sadece fotosentez için gerekli olan ışık enerjisi olmadığı zaman. Bunu seçmemin nedeni ise, bitkilerin gün boyu ışık enerjisini kullanarak fotosentez yaparken geceleri solunum yapmasıdır." şeklinde de bir kavram yanlışına sahip olduğu belirlenmiştir.

"Solunum olayı sonucunda hangi ürünler ortaya çıkar?" sorusuna yönelik öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası yanıtları incelenmiştir ve cevapların frekans ve yüzdeleri Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13.

İlgili Açık-Uçlu Soruya Yönelik Verilen Yanıtların Frekans ve Yüzde Değerleri

	Uygulamalar Öncesi		Uygulamalar Sonrası	
	f	%	f	%
Bilimsel olarak doğru cevap	4	22,2	10	55,6
Kavram yanlışına sahip	14	77,7	5	27,8
Yeni oluşan kavram yanlışları	0	0,0	3	16,7
Toplam	18	100	18	100

Tablo 13 incelendiğinde uygulamalar öncesi bu soruya yönelik öğretmen adaylarının % 22,6'sı bilimsel olarak doğru açıklama yaparken, % 77,7'sinde kavram yanlışları tespit edilmiştir. Üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri ile uygulamalar yapıldıktan sonra ise öğretmen adaylarının % 55,6'sı bilimsel olarak doğru açıklama yaparken, % 27,8'inde kavram yanlışlarının aynı kaldığı, % 16,7'sinde ise yeni kavram yanlışlarının oluştuğu tespit edilmiştir.

Uygulamalar öncesi "Solunum olayı sonucunda hangi ürünler ortaya çıkar?" sorusuna yönelik verilen öğretmen adaylarının yanıtlarında tespit edilen kavram yanlışları;

- ✓ Pürivat ve pürivik asit meydana gelir.
- ✓ CO₂ ve H₂O açığa çıkar.
- ✓ Besin + CO₂ + Enerji → H₂O ürün olarak su açığa çıkar.
- ✓ CO₂ ve H₂O açığa çıkar. C₆H₁₂O₆ + 6 H₂O + ATP ↔ 6 H₂O + 6 CO₂
- ✓ Enerji.
- ✓ CO₂ ve enerji açığa çıkar.
- ✓ Solunum olayı sonucunda CO₂ açığa çıkar.

Uygulamalar sonrasında ilgili açık uçlu soruya verilen cevaplarda ise beş öğretmen adayında değişmeden kalan kavram yanlışlarına rastlanılmıştır. Bir öğretmen adayı (ÖA₇) uygulamalar öncesi "Karbondiyoksit ve su ortaya çıkar." şeklinde cevap verirken, uygulamalar sonrası "Solunum olayı sonucunda karbondiyoksit ve su ortaya çıkar ve ATP yani enerji üretilir" olarak soruyu yanıtlamıştır. Görüldüğü üzere sahip olduğu kavram yanlışları değişmeden devam etmektedir.

Kavram testindeki fotosentez ile ilişkili soruya (soru 13) yönelik öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası yanıtları incelenmiştir ve cevapların frekans ve yüzdeleri Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14.

Kavram Testindeki Soru 13'e Yönelik Yanıtların Frekans ve Yüzde Değerleri

Seçenekler	Ön-test (N:28)				Son-test (N:28)			
	1.aşama		2.aşama		1.aşama		2.aşama	
	f	%	f	%	f	%	f	%
a	5	17,86	5	17,86	2	7,14	2	7,14
b	4	14,29	7	25,00	1	3,57	1	3,57
c	2	7,14	3	10,71	1	3,57	1	3,57
d	7	25,00	5*	17,86	0	0,00	22*	78,57
e	8*	28,57	4	14,29	23*	82,14	0	0,00
f	2	7,14	4	14,29	1	3,57	2	7,14

“*” doğru cevabı temsil etmektedir.

Tablo 14 incelendiğinde öğretmen adaylarının ön-test cevaplarında en fazla 1. aşamada kavram yanlışlığının % 25,00 ile d şıklığında olduğu göze çarpmaktadır. Bu aşamanın doğru cevap yüzdesi ise % 28,57'dir. Soru 13'e ilişkin öğretmen adaylarının ön-test cevaplarının 2. aşaması incelendiğinde kavram yanlışlığı en fazla % 25,00 ile b şıklığında olduğu dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının son-test cevapları incelendiğinde ise, 1. aşamada doğru yanıt yüzdesinin % 82,14'e yükseldiği, ikinci aşamada ise % 78,57 olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda öğretmen adaylarının ilgili konuya ilişkin sahip oldukları kavram yanlışlarının giderildiği söylenebilir.

Ayrıca beş öğretmen adayında uygulamalar sonrası sahip oldukları kavram yanlışlarının yok olmadan öteye farklılaştığı tespit edilmiştir. Bir öğretmen adayının (ÖA6) uygulamalar öncesi “Besin → CO₂ + H₂O + enerji fakat ok üzerinde ışık enerjisi var. Bunu seçmemin nedeni; solunum sürecinde besinlerin ışık enerjisi yardımıyla parçalanarak karbondioksit, su ve ATP üretmesidir.” şeklinde bir kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenirken, uygulamalar sonrası “Glukoz + oksijen + su → CO₂ + enerji. Bunu seçmemin nedeni ise, solunum sürecince oksijen gazını alınıp karbondioksit verilmesidir.” şeklinde de bir kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir.

3.3. Üçüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Çalışmada “Üst kavramsal laboratuvar etkinlikleri, fen bilgisi öğretmen adaylarının fotosentez ve bitkilerde solunum konularını ilişkilendirmelerini nasıl etkilemektedir?” sorusu incelenmiştir. Bu doğrultuda bu konuyla ilişkili hem açık-uçlu sorulardaki hem de kavram testindeki sorular uygulamalar öncesi ve sonrası ayrıntılı olarak gözden geçirilmiştir. Fotosentez ve solunum arasındaki ilişki ile veri toplama araçlarında bağlantılı olan sorular Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15.

Fotosentez ve Solunum Arasındaki İlişkiye Yönelik Açık-Uçlu Sorularda ve Kavram Testinde Bağlantılı Olan Sorular

Açık-uçlu sorular		Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Kavram Testi
3.3.1	Solunum ve fotosentez olayları arasındaki temel farklar ve benzerlikler nedir?	Soru 12

“Solunum ve fotosentez olayları arasındaki temel farklar ve benzerlikler nedir?” sorusuna yönelik öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası yanıtları incelenmiştir ve cevapların frekans ve yüzdeleri Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16.

İlgili Açık-Uçlu Soruya Yönelik Verilen Yanıtların Frekans ve Yüzde Değerleri

	Uygulamalar Öncesi		Uygulamalar Sonrası	
	f	%	f	%
Bilimsel olarak doğru cevap	3	16,7	13	72,2
Kavram yanlışlığına sahip	15	83,3	4	22,2
Yeni oluşan kavram yanlışlığı	0	0,0	1	5,6
Toplam	18	100	18	100

Tablo 16 incelendiğinde uygulamalar öncesi bu soruya yönelik öğretmen adaylarının % 16,7'si bilimsel olarak doğru açıklama yaparken, % 83,3'ünde kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Üst kavramsal laboratuvar etkinlikleri ile uygulamalar yapıldıktan sonra ise öğretmen adaylarının % 72,2'si bilimsel olarak doğru açıklama yaparken, % 22,2'sinde kavram yanlışlığının aynı kaldığı tespit edilmiştir.

Uygulamalar öncesi “Solunum ve fotosentez olayları arasındaki temel farklar ve benzerlikler nelerdir?” sorusuna yönelik verilen öğretmen adaylarının yanıtlarında tespit edilen kavram yanlışlığı;

- ✓ Fotosentez tüm yeşil bitkilerde gerçekleşir. Su besin ve karbondioksite ihtiyaç vardır. Solunum hayvanlarda bazen bitkilerde gerçekleşir. Fotosentezin tersi bir olaydır.

- ✓ Fotosentez için ışık gereklidir. Sadece bitkiler yapar. Solunum için ışık gerekli değildir. Bitkiler ve hayvanlar yapar.
- ✓ Fotosentez ışıklı ortamda sadece bitkilerde. Solunum karanlık ortamda hayvanlarda ve karalık ortamda bitkilerde gerçekleşir.
- ✓ Fotosentezi sadece bitkiler yapar. Solunumu hayvanlar yapar.
- ✓ Fotosentezde oksijen üretimi söz konusudur, solunumda oksijen tüketimi.
- ✓ İkisinde de aşağıdaki gibi enerji dönüşümü vardır. $CO_2 \rightarrow O_2$, $O_2 \rightarrow CO_2$
- ✓ Benzerlikler aynı maddelerle denklemlerde gerçekleşir. Farklılıklar ise fotosentez olayındaki ürünler, solunum olayındaki girenlerdir. Tam tersi şekilde gerçekleşir.
- ✓ Fotosentez klorofil içeren bitkilerde gerçekleşir. Solunum hayvanlar ve bitkilerde görülür.
- ✓ Fotosentezde oksijen üretilir, solunumda karbondioksit üretilir. Aradaki fark budur.
- ✓ Fotosentez solunum olayının tersidir. $6CO_2 + 6H_2O \leftrightarrow 6O_2 + C_6H_{12}O_6$ birinci yönlü olan fotosentez ikinci yönlü olan olay solunum olayıdır. Her iki olay için enerji gereklidir.

Uygulamalar sonrasında ilgili açık uçlu soruya verilen cevaplarda dört öğretmen adayında değişmeden kalan kavram yanlışlarına rastlanılmıştır. Bir öğretmen adayı (ÖA₁₂) uygulamalar öncesi "Fotosentez denkleminin tersi solunum denklemdir. Fotosentez besin üretmek için yapılır. Solunum besinin parçalanması yani kullanılabilir hale getirilmesi için yapılır." şeklinde cevap verirken, uygulamalar sonrası "Fotosentez ve solunumun farkları fotosentez besin üretir, solunumda besini harcayarak ATP elde edilir. Fotosentez denkleminin tersi solunum denklemdir. Solunumda oksijen kullanılır, fotosentezde oksijen açığa çıkar, sadece ototrof canlılarda fotosentez görülür solunum tüm canlılarda görülür. Fotosentez ve solunumun benzerlikleri, her iki reaksiyonda enzimatik reaksiyondur ve yaşamsal öneme sahiptir." olarak soruyu yanıtlamıştır. Görüldüğü üzere sahip olduğu kavram yanlışlığı değişmeden devam etmektedir.

Kavram testindeki fotosentez ve solunum arasındaki bağlantıyla ilişkili soruya (soru 12) yönelik öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası yanıtları incelenmiştir ve cevapların frekans ve yüzdeleri Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17.

Kavram Testindeki Soru 12'ye Yönelik Yanıtların Frekans ve Yüzde Değerleri

Seçenekler	Ön-test (N:28)				Son-test (N:28)			
	1.aşama		2.aşama		1.aşama		2.aşama	
	f	%	f	%	f	%	f	%
a	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
b	0	0,00	9	32,14	0	0,00	2	7,14
c	4*	14,29	12	42,86	24*	85,71	4	14,29
d	24	85,71	7*	25,00	4	14,29	22*	78,57
e			0	0,00			0	0,00

"*" doğru cevabı temsil etmektedir.

Tablo 17 incelendiğinde öğretmen adaylarının ön-test cevaplarında en fazla 1. aşamada kavram yanlışlığının % 85,71 ile d şıkında olduğu göze çarpmaktadır. Bu aşamanın doğru cevap yüzdesi ise % 14,29 dur. Soru 12'ye ilişkin öğretmen adaylarının ön-test cevaplarının 2. aşaması incelendiğinde kavram yanlışlığı en fazla % 42,86 ile c şıkında olduğu dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının son-test cevapları incelendiğinde ise, 1. aşamada doğru yanıt yüzdesinin % 85,71'e yükseldiği, ikinci aşamada ise % 78,57 olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda öğretmen adaylarının ilgili konuya ilişkin sahip oldukları kavram yanlışlarının giderildiği söylenebilir.

Ayrıca üç öğretmen adayının var olan kavram yanlışlarının yok olmadan öteye farklılaştığı tespit edilmiştir. Bir öğretmen adayının (ÖA₅) uygulamalar öncesi "Fotosentez yeşil bitkilerde ışık enerjisi mevcudiyetinde meydana gelir. Solunum tüm hayvanlarda her zaman, bitkilerde ışık enerjisi olmadığı zaman meydana gelir. Bunu seçmemin nedeni; yeşil bitkilerin fotosentezden yeteri kadar enerji sağlayamadıklarında solunum yapması, hayvanlarında fotosentez yapamadığından devamlı solunum yapması." şeklinde kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenirken, uygulamalar sonrası "Fotosentez yeşil bitkilerde ışık enerjisi mevcudiyetinde meydana gelir. Solunum tüm hayvanlarda her zaman, bitkilerde ışık enerjisi olmadığı zaman meydana gelir. Bunu seçmemin nedeni; yeşil bitkilerin gündüz fotosentez yaparken geceleri hiç ışık enerjisi olmadığı zaman solunum yapmasıdır" şeklinde de bir kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Araştırmada, üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri ile yürütülen biyoloji laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının fotosentez ve bitkilerde solunum konularına yönelik kavramsal anlamalarına etkisi incelenmiştir. Uygulamalar öncesi öğretmen adaylarında tespit edilen kavram yanlışlarının büyük çoğunluğunun uygulanan üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri sonucunda bilimsel olarak doğru kabul edilen kavramlarla değiştiği tespit edilmiştir. Ayrıca uygulamalar sonucunda az sayıda öğretmen adayında bazı alternatif kavramların değişmediği, bazılarında ise yeni alternatif kavramların ortaya çıktığı görülmüştür.

Fotosentez ve bitkilerde solunum konusuna ilişkin öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları ve bu yanlışlarının da ayrı ayrı incelendiğinde genellikle fotosentez ile ilgili enerji dönüşümleri, fotosentez olayının amacının ve öneminin ne olduğu ve nasıl gerçekleştiği hakkında olduğu görülmüştür. Ayrıca çoğu öğretmen adayı fotosentezin ışık enerjisinin kimyasal bağ enerjisine dönüşmesini sağlamasından dolayı önemli olduğunu belirtmişlerdir. İlave olarak öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun uygulamalar öncesi fotosentez ile ilgili topraktan su, mineral, havadan ise karbondioksit alınır şeklinde alternatif kavramlara sahip oldukları belirlenmiştir. Bitkilerde solunum konusuna ilişkin ise öğretmen adaylarında gözlenen kavram yanlışlarının uygulamalar öncesi genellikle bir bitkinin nasıl solunum yaptığı ve bitkinin solunum sonucu ne tür ürünler ortaya çıkardığı ile ilgili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adayları solunum olayının bitkiler açısından önemi olarak sadece canlı hücreler için kullanılacak enerjinin üretilmesini göstermişlerdir. Fotosentez ve bitkilerde solunum olayının ilişkilendirilmesinde de öğretmen adaylarının genellikle fotosentezi sadece bitkilerin yaptığı, fotosentez ve solunumun birbirinin tersi olaylar olduğu ve solunum sonucu fotosentez gerçekleştiğine yönelik bilimsel olmayan cevaplar verdikleri belirlenmiştir. Alan yazında da fotosentez ve bitkilerde solunum konusuna ilişkin öğretmen adaylarının benzer kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmektedir (Aşçı, Özkan ve Tekkaya, 2001; Bacanak, Küçük ve Çepni, 2004; Çokadar, 2012; Güneş ve diğerleri, 2012; Kırılmazkaya ve Kırbağ-Zengin, 2016; Köse, Ayas ve Uşak, 2006; Köse ve Uşak, 2006; Tekkaya ve Balcı, 2003; Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000; Töman, Odabaşı-Çimer ve Çimer, 2016; Yürük ve Çakır, 2000).

Üstkavramsal laboratuvar etkinliklerinin fotosentez ve bitkilerde solunum konusuna yönelik kavram yanlışlarını gidermede etkili olmasının nedeni olarak öğretmen adaylarının üstbilişlerinin aktif hale getirilmesi ve farkındalık, izleme ve değerlendirme süreçlerinin etkinlikler ile gerçekleştirilmesi olabilir. Bu doğrultuda öğretmen adayları hazırlamış oldukları posterlerle konu ile ilgili kavramlara ilişkin var olan zihinsel modellerini ve fikirlerini ortaya koymaları ve neleri bilmediklerine yönelik farkındalıkları sağlanmıştır. Öğretmen adaylarına yapılan her bir etkinlik ve deney sonrası günlükler yazdırılmıştır. Bu günlükler ile karşılaşılan yeni fikirlere yönelik kendi fikirlerini karşılaştırarak eksikliklerini gözden geçirme, öğrenme sürecinde zorlandığı ve anlamakta güçlük çektiği durumları fark etme imkânı sağlamıştır. Çalışmada uygulanan üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri öncesi öğretmen adaylarının oluşturdukları kavram haritalarını ders sonunda yapılan grup içi ve sınıf tartışmaları ile gözden geçirmeleri istenmiştir. Böylece ilgili konular hakkında fikirlerindeki değişimleri izlemeleri sağlanmıştır. Ek olarak öğretmen adayları dersin başında ve sonunda poster hazırlayarak ilgili kavramlara yönelik ne ve neler bildikleri hakkında kendi izlemelerini gerçekleştirmiştir. Ayrıca gruplar arası ve sınıfça yapılan tartışmalarla da öğretmen adaylarının üstbilişsel farkındalıkları ve ne bildikleri, neyi doğru ve yanlış bildikleri, neler öğrendiklerine ilişkin kendilerini izleme imkânı bulmuşlardır. Bu bağlamda fotosentez ve bitkilerde solunum konusuna ilişkin üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri ile uygulamalarda öğretmen adaylarının üstkavramsal farkındalıkları ve üstkavramsal izleme faaliyetleri aktif hale getirilmiştir. Son durumda ise öğretmen adaylarının üstkavramsal değerlendirme faaliyetlerinin aktifliği grup ve sınıf içi tartışmalar yapılarak ve günlük yazdırılarak sağlanmıştır. Tartışmalarda öğretmen adayları ilgili konuya ilişkin fikirlerini ve kavram hakkındaki ön bilgilerini paylaşarak değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Günlük yazımlarda ise farklı fikirlerin ve görüşlerin doğrulukları hakkında bir yargıda bulunarak değerlendirmeler gerçekleştirmişlerdir. Bu doğrultuda fotosentez ve bitkilerde solunum konusunun öğretiminde üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri olarak kavram haritası oluşturmak, poster hazırlamak, sınıf ve grup tartışması gerçekleştirmek ve günlük yazmak öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına ve kavram değişimlerini gidermede etkili olmuş olabilir. Bu çalışmanın sonuçlarına paralel olarak alan yazındaki diğer çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Çakır, Güven ve Özdemir, 2018; Olgun, 2006; Özkaya, Aydoğdu ve Çağır, 2016; Sarı Ay ve Aydoğdu, 2015; Wilburne, 1997; Volet, 1991; Yangın, 2014; Yürük, Beeth ve Andersen, 2009; Yürük, Selvi ve Yakışan, 2011). Bu çalışmalar incelendiğinde; Yürük, Selvi ve Yakışan (2011) çalışmalarında biyoloji öğretmen adaylarının tohumlu bitkilerle ilgili kavramsal anlamaları üzerine etkisini incelemişler ve üstkavramsal öğretim etkinliklerinin kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Yürük ve arkadaşları da uygulamalarda poster hazırlama ve günlük yazma gibi etkinliklerle farkındalık oluşturulması, değişimlerin izlenmesi ve değerlendirilmenin yapılması kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olabileceğini belirtmişlerdir. Bir diğer çalışmada da Yürük, Beeth ve Andersen (2009) kuvvet ve hareket kavramları ile ilgili kavramsal değişim üzerine üstkavramsal öğretim etkinliklerinin etkili olduğunu vurgulamışlardır. Çakır, Güven ve Özdemir (2018) ise üstkavramsal öğretim etkinliklerinin biyoloji dersine yönelik öğretmen adaylarının akademik başarılarını arttırmada ve üstbilişsel farkındalık sağlamada etkili bir yöntem olduğunu ifade etmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri uygulamaları sonrası öğretmen adaylarında değişmeden kalan ve direnç gösteren kavram yanlışlarının da olduğu tespit edilmiştir. Bu kavram yanlışlarının direnç göstermelerinin sebebi olarak ise ilgili öğretmen adaylarının derse veya uygulamalara olan tutum, motivasyon gibi duyuşsal özelliklerinin yetersiz olması gösterilebilir. Bu durumla ilgili Gilbert (1977) kavram yanlışlarının derslerde uygulanan pek çok öğretim yöntemine karşı direnç gösterdiğini ve değiştirilmesinin çok zor olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca Çayan ve Karlı (2015) bazı kavram yanlışlarının giderilmesi konusunda öğrencilerin direnç göstermeleri yani yeni bilgiyi reddetmeleri ile açıklanabileceğini belirtmişlerdir. Ek olarak bu kavram yanlışlarının giderilememesinin ikinci sebebi olarak yapılan uygulamaların süre bakımından yeterli olmaması söylenebilir. Tuan ve Chin (1999) de bununla ilgili olarak kavram yanlışlarının giderilmesinde uygulanan birçok tekniğin daha uzun süre uygulanması gerektiğine vurgu yapmıştır. Ek olarak bu çalışmada, üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri uygulamaları öncesi öğretmen adaylarında var olan kavram yanlışlarının uygulamalar sonrası yok olmadan öteye farklılaştığı tespit edilmiştir. Bu durumun oluşmasında, öğretmen adaylarının uygulamalara yönelik isteksiz davranış göstermeleri etkin bir rol oynamış olabilir. Çünkü kavramsal değişimin sağlanabilmesi için dört aşamanın yerine getirilmesi gerekmektedir. Öğretmen adaylarının ilk olarak ön bilgi eksikliklerini fark etmesi, ikinci olarak öğrenilecek yeni bilginin kavranabilir olduğuna kanaat getirmesi, üçüncü olarak yeni bilgiyi kavradıkça bu bilginin mantıklı olduğuna inanması ve son olarak yeni bilginin anlamlı olduğunu ve günlük hayatında kolaylık sağladığını farkına varması kavram yanlışlarının

giderilmesine olanak sağlayabilir (Yılmaz, Tekkaya, Geban ve Özden, 1999). Bu bağlamda, eğer öğretmen adayı bu dört aşamada isteksiz davranışlar sergiler ise kendisinde var olan kavram yanlışları giderilmez ve kendisinde farklı kavram yanlışlarının oluşmasına neden olabilir. Bu sonuçlar doğrultusunda kavram yanlışlarının giderilmesine ilişkin alan yazındaki çalışmalarda da öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının tamamen giderilemeyeceği ifade edilmektedir (Hewson ve Hewson, 1983; Özkan, Tekkaya ve Geban, 2004; Sungur, Tekkaya ve Geban, 2001).

Özetle bu çalışmada laboratuvar ortamında uygulanan üstkavramsal laboratuvar etkinlikleri, diğer çalışmalarda kullanılan yöntem ve stratejilerden farklı bir stratejidir. Bu strateji sadece bireyin belli bir kavramdaki değişime neden olmasından daha öte bireyin kendi öğrenme yöntemlerini keşfetmesini, kendinde var olan eksiklerin belirlenmesini ve kendine değerlendirmesini sağladığından dolayı okul hayatının dışında sosyal alandaki problemlerin çözümünde de kullanılmasına olanak sağlayacaktır. Bu doğrultuda sadece biyoloji laboratuvar uygulamalarında değil birçok soyut ve anlaşılması zor kavramları içeren diğer derslerin öğretiminde öğrencilerin üstbilişlerinin gelişmesine ve bireylerin üstbilişsel faaliyetlerini etkin kullanmasına olanak sağlayacaktır. Ayrıca bu çalışmada kullanılan faaliyetlerden başka öğretim faaliyetlerini içeren derslerin planlanması ve uygulanması önerilebilir. Ek olarak öğrencilerin üstbilişsel faaliyetlerinin gelişmesinde gerekli olan farkındalık, izleme ve değerlendirme süreçlerin hangisinde daha eksik oldukları belirlenip bu süreçlerde hangi tür faaliyetlerin daha etkili olduğu belirlenebilir.

5. KAYNAKÇA

Anderson, C. W., Sheldon, T. H., & Dubay, J. (1990). The effects of instruction on collage nonmajors' concepts of respiration and photosynthesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(8), 761-776.

Aşçı, Z., Özkan, Ş. ve Tekkaya, C. (2001). Öğrencilerin solunum konusundaki kavram yanlışları: Karşılaştırmalı bir çalışma. *Eğitim ve Bilim*, 26(120).

Ayas, A. (2018). Fen bilgisi öğretiminde laboratuvar kullanımı. <http://kisi.deu.edu.tr/bulent.cavas/ders/rapor2.pdf> adresinden 09.09.2018 tarihinde alınmıştır.

Bacanak, A., Küçük, M. ve Çepni, S. (2004). İlköğretim öğrencilerinin fotosentez ve solunum konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi: Trabzon örnekleme. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 75-88.

Baird, D. G. (1986). The uneasy case for corporate reorganizations. *The Journal of Legal Studies*, 15(1), 127-147.

Beeth, M. E. (1998). Teaching for conceptual change: Using status as a metacognitive tool. *Science Education*, 82(3), 63-67.

Brown, A. L., & Palincsar, A. S. (1982). Inducing strategic learning from texts by means of informed, self-control training. *Center for the Study of Reading Technical Report*; 262.

Çakır, N.K., Güven, G. ve Özdemir, O. (2018). Üstkavramsal öğretim etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının üstbilişsel farkındalık, biyoloji öğrenmeye yönelik motivasyon ve akademik başarıları üzerine etkisi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 12(24), 175-194.

Çayan, Y. ve Karıslı, F. (2015). 6. sınıf öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişim konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(4), 1437-1452.

Çepni, S. ve Ayyacı, H.Ş. (2006). *Laboratuvar destekli fen ve teknoloji öğretimi*. S. Çepni (Ed.). Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi içinde (s:158-188). Ankara: Pegema Yayıncılık, 5. Baskı.

Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D. ve Turgut, M.F. (1996). *Fizik öğretimi*. Ankara: Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Deneme Basımı, 31-44.

Çepni, S., Kaya, A. ve Küçük, M. (2005). Fizik öğretmenlerinin laboratuvarlara yönelik hizmet içi ihtiyaçlarının belirlenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(3), 181-196.

Çokadar, H. (2012). Fotosentez ve solunum süreçleri: Öğretmen adaylarının anlama düzeyleri. *Eğitim ve Bilim*, 37(164).

Ecevit, T. ve Şimşek, P.Ö. (2017). Öğretmenlerin fen kavram öğretimleri, kavram yanlışlarını saptama ve giderme çalışmalarının değerlendirilmesi. *İlköğretim Online*, 16(1).

Ergin, Ö., Şahin-Pekmez, E. ve Öngel-Erdal, S. (2005). *Kuramdan uygulamaya deney yoluyla fen öğretimi*. İzmir: Dinazor kitapevi.

Flavell, J.H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.

- Georghiades, P. (2000). Beyond conceptual change learning in science education: Focusing on transfer, durability and metacognition. *Educational Research*, 42(2), 119-139.
- Georghiades, P. (2004). From the general to the situated: Three decades of metacognition. *International Journal of Science Education*, 26(3), 365-383.
- Gilbert, J.K. (1977). The study of student misunderstandings in the physical sciences. *Research in Science Education*, 7, 165-171.
- Güneş, T., Şener-Dilek, N., Hoplan, M. ve Güneş, O. (2012). İlköğretim 8.sınıf öğrencilerinde fotosentez ve solunum konusunda oluşan kavram yanlışları, *Dünya'daki Eğitim ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 2(1), 42-47.
- Hattie, J. (2009). Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. NewYork, NY: Routledge.
- Hewson, M.G. & Hewson, P.W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning, *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 8, 731-743.
- Jacobs, J.E., & Paris, S.G. (1987). Children's metacognition about reading: Issues in definition, measurement, and instruction. *Educational Psychologist*, 22: 3-4, 255-278.
- Kırbaşlar, F.G., Çingil-Bariş, Ç. ve Ünal, M. (2009). Fen bilgisi öğretmen adaylarının fermantasyon konusundaki yanlış öğrenmelerinin araştırılmasına yönelik bir çalışma. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36, 158-168.
- Kırılmazkaya, G. ve Kırbağ-Zengin, F. (2016). Öğretmen adaylarının fotosentez konusu hakkında kavram yanlışlarının ve diyagramı aracılığıyla belirlenmesi. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 1537-1563.
- 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. ve Uşak, M. (2006). Determination of prospective science teachers' misconceptions: Photosynthesis and respiration in plants. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(1), 25-52.
- Köse, S., Ayas, A. ve Uşak, M. (2006). The effect of conceptual change texts instructions on overcoming prospective science teachers' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(1), 78-103.
- Marmaroti, P., & Galanopoulou, D. (2006). Pupils' understanding of photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects. *International Journal of Science Education*, 28(4), 383-403.
- Mortimer, E.F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science and Education*, 4, 267-285.
- Novak J.D. (1990). Concept maps and Vee diagrams: Two metacognitive tools to facilitate meaningful learning. *Instructional Science*, 19, 29-52.
- Ohlsson, B., & Ergezen, S. (1997). *Biyoloji öğretimi*. Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Yayınları.
- Olgun, A. (2006). *Bilgisayar destekli fen bilgisi öğretiminin öğrencilerin fen bilgisi tutumları, bilişüstü becerileri ve başarılarına etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Özkan, Ö., Tekkaya, C. ve Geban, Ö. (2004). Facilitating conceptual change in students' understanding of ecological concepts, *Journal of Science Education and Technology*, 13, 1, 95-105.
- Özkaya, A., Aydoğdu, M. ve Çağırın, İ. (2016). Üstbilişsel ve internet tabanlı üstbilişsel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin hücre bölünmesi ve kalıtım konusundaki tutumlarına ve üstbilişsel düşünme düzeylerine etkisi. *21. Yüzyılda Eğitim Ve Toplum Eğitim Bilimleri Ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(13), 133-159.
- Perkins, D.N., & Grotzer, T.A. (1997). Teaching intelligence. *American psychologist*, 52(10), 1125.
- Posner, G.J., Strike, A.K., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a science conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 65(2), 211-227.

- Sarı Ay, Ö. ve Aydoğdu, C. (2015). Maddenin halleri ve ısı konusunda kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(2), 99-111.
- Schraw, G. (1998) Promoting general metacognitive awareness, *Instructinal Science*, 26, 113-125.
- Smith, E.L., Blakeslee, T.D., & Anderson, C.W. (1994), Teaching strategies associated with conceptual change learning in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 111-126.
- Sinatra, G.M., & Pintrich, P.R. (Eds.). (2003). *Intentional conceptual change*. Routledge.
- Sungur, S., Tekkaya, C. ve Geban, Ö. (2001). The contribution of conceptual change texts accompanied by concept mapping to students' understanding of the human circulatory system. *School Science and Mathematics*, 101, 2, 91-101.
- Svandova, K. (2014). Secondary school students' misconceptions about photosynthesis and plant respiration: Preliminary results. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(1), 59-67.
- Tan, M. ve Temiz, B.K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 89-101.
- Tekkaya, C. ve Balcı, S. (2003). Öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(24).
- Tekkaya, C., Çapa, Y. ve Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18).
- Telli, A., Yıldırım, H.İ., Şensoy, Ö. ve Yalçın, N. (2014). İlköğretim 7. sınıflarda basit makinalar konusunun öğretiminde laboratuvar yönteminin öğrenci başarısına etkisinin araştırılması. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3).
- Töman, U., Odabaşı-Çimer, S. ve Çimer, A. (2016). Fotosentez ve bitkilerde solunum kavramlarının farklı öğrenim seviyelerinde öğrenilme durumlarının araştırılması. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(3), 15-30.
- Tuan, H. & Chin, C. (1999). *What can inservice Taiwanese science teachers learn and teach about the nature of science?* Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, MA.
- Wilburne, J.M. (1997). The effect of teaching metacognition strategies to preservice elementary school teachers on their mathematical problem-solving achievement and attitude. Doctor of Education Thesis, Temple University Graduate Board.
- Volet, S.E. (1991). Modelling and coaching of relevant metacognitive strategies for enhancing university students' learning. *Learning and Instruction*, 1(4), 319-336.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.
- Vosniadou, S. (2003). Exploring the relationships between conceptual change and intentional learning. In G. M. Sinatra, & P. R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change* (pp. 377-406). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Yangın, S. (2014). Üstbiliş stratejisine dayalı biyoloji öğretiminin sınıf öğretmenleri adaylarının başarıları ve tutumları üzerindeki etkisi. *Education Sciences*, 9(1), 1-18.
- Yavru, Ö. ve Gürdal, A. (1998). İlköğretim okullarının 4. ve 5. sınıflarında laboratuvar deneylerinin öğrencilerin mekanik konusundaki başarısına ve kavramları kazanmasına etkisi. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10, 327-338.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (8. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, Ö., Tekkaya, C., Geban, Ö. ve Özden, Y. (1999). *Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Hücre Bölünmesi Ünitesindeki Kavram Yanlışlarının Tespiti ve Giderilmesi*. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. M.E.B. ÖYGM.
- Yürük, N. (2005). *An analysis of the nature of students' metaconceptual processes and the effectiveness of metaconceptual teaching practices on students' conceptual understanding of forces and motion*. Unpublished doctoral dissertation, Ohio State University, Columbus.
- Yürük, N. (2007). A Case study of one student's metaconceptual processes and the changes in her alternative conceptions of force and motion. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4).

Yürük, N. ve Çakır, Ö. S. (2000). Lise öğrencilerinde oksijenli ve oksijensiz solunum konusunda görülen kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18).

Yürük, N., Beeth, M. E., & Andersen, C. (2009). Analyzing the effect of metaconceptual teaching practices on students' understanding of force and motion concepts. *Research in Science Education*, 39(4), 449-475.

Yürük, N., Selvi, M. ve Yakışan, M. (2011). The effect of metaconceptual teaching activities on pre-service biology teachers' conceptual understanding about seed plants. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 11(1), 459-464.

Zohar, A., & Barzilai, S. (2013). A review of research on metacognition in science education: Current and future directions. *Studies in Science Education*, 49(2), 121-169.

6. EXTENDED ABSTRACT

Metacognition is defined as the ability of the individual to reflect on his own thinking process and to think about this reflection. It is also stated that metacognition is concerned with the control of learners' knowledge, awareness and learning processes. Flavell divided metacognition into two sub-categories. These are monitoring and self-regulation and metacognitive knowledge. He also divided metacognitive knowledge into three sub-categories: (a) Knowledge about individuals; it includes any knowledge and belief possessed by an individual, the person's his/her own cognitive characteristics, knowledge about cognitive differences among people and knowledge about cognitive similarities among all people; that is, the characteristics of the universal human cognition. (b) Knowledge about the task; it is concerned with the knowledge encountered in any cognitive task and with the nature of the task assigned. (c) Knowledge about the strategy; it includes the knowledge about which methods and strategies would lead to success in which cognitive goals. The knowledge to be possessed by teachers is categorized as content knowledge and general pedagogical knowledge. For the regulation and effective utilization of these categories to be indispensable for any teacher, teachers should have metacognitive knowledge; because the teachers need to use metacognitive knowledge and strategies in the determination of the concept to be taught, in the planning of its delivery, in the selection of the strategies to be exploited, in the management of sources, in regulation, application, control and evaluation while they are teaching a concept in the classroom environment. Teachers having these skills can teach concepts through metaconceptual instruction to their students and can develop their students' competences of metacognitively regulating, planning and evaluating their own learning.

Although metacognition has many different definitions, it is clear that metacognitive teaching plays an important role in the development of the individual because metacognitive teaching is conducted to enhance students' metacognitive thinking and to develop students' skills (reading skills, problem solving skills or higher order thinking skills etc.) or to foster students' knowledge and conceptual understanding. In the teaching and development of metacognition, teaching strategies are used and there are some elements important in the application of these strategies. These are the individual's knowledge about what is used and when, how and where it is used and regulating his/her own learning through self-regulation by improving his/her skills of planning, monitoring and evaluating his/her learning. In this context, it is both necessary to consider these elements and to regulate classroom learning activities for the development of metacognition.

Different applications such as concept maps, reflective writing, interactive discussions, visual presentations, metacognitive teaching supported with information and communication technologies, the strategies promoting students to think, discuss, evaluate and explain and the metacognitive models developed by teachers themselves are used to activate metaconceptual teaching activities. The importance of questioning, explaining, summarizing and predicting is emphasized in metaconceptual activities. Given that the number of abstract concepts is high in science courses such as physics, chemistry and biology, students' understanding and constructing them in their minds involve a challenging process. Moreover, as we commonly encounter science concepts in our daily life and our misconceptions are based on our past experiences, we can develop many misconceptions. One of the science subjects which are difficult to understand for students is the subject of photosynthesis and respiration in plants. In addition, the phenomenon of photosynthesis is made up of complex biochemical reactions including many abstract concepts. Aerobic and anaerobic respiration is a subject that helps the student understand the subjects of ecology, digestion, respiration, excretion and their cognitive organization. In this context, it can be argued that as the subjects of photosynthesis and respiration are dominated by abstract concepts and involve many biological occurrences at micro level, they are difficult for students to understand and construct in their minds. The related research has revealed that all students from middle school to university have misconceptions and that students do not have adequate understanding. In this regard, the purpose of the current study is to perform an in-depth investigation of the effect of teaching the subjects of photosynthesis and respiration in plants through metaconceptual laboratory activities within the context of the General Biology Laboratory Applications II on pre-service science teachers' conceptual understanding.

The current study employed the single group pretest-posttest semi-experimental design. The study was conducted on the second-year pre-service science teachers attending the Science Department of the education faculty of a state university and taking the General Biology Laboratory-II course in the spring term of 2016-2017 academic year. A total of 34 pre-service teachers (24 females and 10 males) participated in the study. The ages of the participants range between 19 and 22. The pre-service teachers taking part in all the activities and experiments conducted in a laboratory setting were selected through the

purposive sampling method to make up the study group. As the data collection tools, "The Photosynthesis and Respiration in Plants Concept Test" and "open-ended questions" were used. Throughout the study, applications were carried out for two-class hours each week in the biology laboratory, a total of seven weeks. In the first and last weeks of the applications, the data of the study were collected through the data collection tools of the study. The application of the activities and experiments designed in the current study was performed within the remaining five weeks. The applications cover the subjects of "obtaining chlorophyll", "elements affecting photosynthesis", "nutrient production in plants", "aerobic and anaerobic respiration". In line with these subjects, applications were conducted through metacognitive laboratory activities in a laboratory setting. As the metaconceptual laboratory activities, concept maps, poster preparation, class and group discussions about the experiments and journal writing were used.

As a result of the study, it was concluded that the use of metaconceptual laboratory activities in biology laboratory applications developed the pre-service teachers' conceptual understanding of the subjects of photosynthesis and respiration in plants and resulted in the elimination of their misconceptions. Thus, it can be suggested that students should be rendered more active through metaconceptual activities such as forming metacognitive concept maps, preparing posters, conducting class and group discussions about the topic and writing journals during the teaching of abstract concepts difficult to understand.