



## Öğretmen Adaylarının Partenogeneze Yönelik Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi ve Düzeltilmesi

### Identifying And Correcting Pre-Service Teachers' Misconceptions About Parthenogenesis

Ferhat Karakaya<sup>a\*</sup>, Mehmet Yılmaz<sup>b</sup>, Osman Çimen<sup>b</sup>, Merve Adıgüzel<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Yozgat Bozok University, Yozgat, Turkey

<sup>b</sup>Gazi University, Ankara, Turkey

#### Öz

Etkili bir fen eğitimi, kavram yanılgılarının ortadan kalkması, eski ve yeni bilgiler arasında doğru bir bağ kurulmasına bağlıdır. Bu araştırmada, fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adaylarının partenogenez konusuna yönelik kavram yanılgılarının belirlenmesi ve hazırlanan yönergeye göre giderilmesi amaçlanmıştır. Uygulamalı eylem araştırmasının kullanıldığı çalışma, 2018-2019 eğitim öğretim yılında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubu, Türkiye'deki bir devlet üniversitesinin fen bilgisi ve biyoloji eğitimi ana bilim dalında öğrenim gören 115 öğretmen adayından oluşmaktadır. Verilerin toplanmasında, araştırmacılar tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre, araştırmaya katılan fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adaylarında partenogenezin bilimsel tanımı hakkında kavram yanılgılarının olduğu belirlenmiştir. Araştırma kapsamında uygulanan yönerge sonucunda ise, öğretmen adaylarının partenogeneze yönelik kavram yanılgılarının giderildiği belirlenmiştir. Bu sonuca göre, hazırlanan yönergenin öğretmen adaylarında partenogeneze yönelik kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kavram yanılgıları, öğretmen adayları, üreme, partenogenez.

#### Abstract

Effective science education depends on the correct connection between the old and new information, and the scientifically correct understanding of the concepts, without misconceptions. This study aimed to identify the misconceptions of pre-service science and biology teachers about the parthenogenesis, and to correct misconceptions according to a set of instructions constructed by the researchers. This study, in which applied action research was used, was carried out in the 2018-2019 academic year. The sample consisted of 115 pre-service teachers who were studying science and biology teaching at a state university in Turkey. The data were collected by using a semi-structured interview form designed by the researchers. The findings of the study showed that pre-service science and biology teachers who participated in the study had misconceptions about the scientific definition of parthenogenesis. Pre-service teachers' misconceptions about the parthenogenesis were dispelled after the implementation of the instruction constructed within the scope of the study. Thus, it could be said that the instruction was effective in eliminating pre-service teachers' misconceptions about parthenogenesis.

**Keywords:** Misconceptions, pre-service teachers, reproduction, parthenogenesis.

© 2020 Başkent University Press, Başkent University Journal of Education. All rights reserved.

\*ADDRESS FOR CORRESPONDENCE: Lecturer Ferhat Karakaya, Department of Mathematics and Science Education, Faculty of Education, Yozgat Bozok University, Yozgat, Turkey. E-mail address: ferhatk26@gmail.com ORCID ID: 0000-0001-5448-2226.

<sup>b</sup>Mehmet Yılmaz, Department of Mathematics and Science Education, Faculty of Education, Gazi University, Ankara, Turkey. E-mail address: myilmaz@gazi.edu.tr. ORCID ID: 0000-0001-6700-6579.

<sup>b</sup>Osman Çimen, Department of Mathematics and Science Education, Faculty of Education, Gazi University, Ankara, Turkey. E-mail address: osman.cimen@gmail.com ORCID ID: 0000-0002-6651-6849.

<sup>b</sup>Merve Adıgüzel, Department of Mathematics and Science Education, Faculty of Education, Gazi University, Ankara, Turkey. E-mail address: adiguzelmrve@gmail.com. ORCID ID: 0000-0003-2462-0231

Received Date: May 6<sup>th</sup>, 2019. Acceptance Date: January 8<sup>th</sup>, 2020.

## 1. Giriş

Kavram yanlışları bireylerin yaşantı ve deneyimleri yoluyla kazandıkları bilimsel temeli olmayan bilgiler olarak ifade edilmektedir (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Kavram yanlışları kalıcı ve sürekli devam eden süreçlere sahip olma özelliklerinden dolayı yeni ve doğru bilgilerin öğrenilmesine engel oluşturmaktadır (Lawson ve Thomson, 1988). Bununla birlikte her dersin öğretimi için sorun teşkil eden kavram yanlışları fen öğretimi sürecini zorlaştıran faktörlerin başında gelmektedir (Kaptan ve Korkmaz, 2001). Kavram yanlışlarının oluşmasının farklı nedenleri olabilmektedir. Yapılan araştırmalarda özellikle öğretim programları, öğretmen ve öğrencinin kendi deneyimleri kavram yanlışlarının oluşmasında önemli rol oynadığı tespit edilmiştir (Öksüz, 2010). Oluşması ve yerleşmesi kolay olan kavram yanlışlarının giderilmesi oldukça güçlü süreçler gerektirmektedir (Koray ve Tatar, 2003). Kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda kavram yanlışlarının geleneksel eğitim ve düz anlatım yollarıyla giderilemediği ve kavram yanlışlarının giderilmesi için farklı öğretim stratejilerine ihtiyaç duyulduğu görülmektedir (Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Kaptan ve Korkmaz, 2001; Novitasari, Ramli ve Karyanto, 2019).

Canlı bilimi olarak bilinen biyoloji, içerdiği konular nedeniyle bireylere en yakın bilim dallarından biridir. Bu nedenle biyoloji ile ilgili kavramların doğru bilinmesi bireylerin hem eğitim-öğretim hem de kişisel gelişimleri için oldukça önemlidir. Partenogenez biyoloji bilimi içerisinde yer alan önemli bir kavramdır. Partenogenez ('bakire kökenli, erkeksiz üreme'), döllenmemiş bir yumurtadan bir embriyonun gelişmesidir. Partenogenez, Yunancada parthenos: virjin anlamına gelen döllenmemiş bir yumurtadan bir organizmanın meydana getirilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Sadava vd., 2014, s.920). Rotifera şubesine ait Bdelloidea grubu bireyleri zorunlu olarak partenogenez geçirirler, bu grupta erkekler bulunmaz (Hickman, Keen, ve Larson, 2016, s.315). Mayozun gerçekleşmediği ve yumurtanın mitotik hücre bölünmesiyle oluştuğu partenogeneze, amayotik ya da diploid partenogenez adı verilir. Amoyotik partenogeneze, ebeveynlerin kromozomları yavruya aktarılır (Hickman vd., 2016, s.136). Bu partenogenez şekli, bazı yassı solucanlarda, rotiferlerde, kabuklularda, böceklerde ve diğer birçok türde görülür. Mayotik partenogeneze, mayozla bir haploid yumurta oluşur ve bu yumurta, bir erkeğin sperminin etkisiyle aktive edilebilir veya edilmeyebilir. Yassı solucanların, halkalı solucanların, akarların ve böceklerin birçok türünde haploid yumurta kendiliğinden gelişmeye başlar; yumurtanın aktivasyonunu uyarmak için erkek gerekli değildir. Diploid durum, kromozom duplikasyonu veya otogamiyle (haploid çekirdeklerin yeniden birleşmesiyle) yeniden sağlanabilir. Partenogenezin bu tipinin değişik bir çeşidi, birçok bal arısında, yaban arılarında ve karıncalarda görülür. Örneğin bal arılarında, sperm depolamış olan kraliçe, yumurta bırakırken yumurtaları döleyebilir veya yumurtaların döllenmeden yumurtlanmasına izin verir (Hickman vd., 2016, s.137).

Hücre bölünmeleri ve canlılarda üreme konusu, ortaokuldan lisans düzeyine kadar biyoloji ve fen bilgisi dersi öğretim programında yer almaktadır. İlköğretim fen bilimleri dersi öğretim programı incelendiğinde, hücre bölünmeleri ve canlılarda üreme 7.sınıf üniteleri olup on beş (15) farklı kazanım içermektedir (Millî Eğitim Bakanlığı, 2018b, s.13). Ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programı incelendiğinde ise, hücre bölünmeleri ve canlılarda üreme 10.sınıf ünitelerinden biri olup beş (5) farklı kazanım içermektedir (MEB, 2018a, s.13). Bu nedenle eğitim sistemi içerisinde gelecekte aktif öğretmenlik yapacak olan öğretmen adaylarının konulara hâkim olması gerekmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının hücre bölünmeleri ve canlılarda üreme konusunda kavram yanlışlığına sahip olmaması oldukça önemlidir. Konu ile ilgili alanyazın incelendiğinde canlılarda üreme, büyüme ve gelişme konularıyla ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesine yönelik farklı araştırmaların olduğu belirlenmiştir. Yılmaz, Gündüz, Çimen, Karakaya ve Adıgüzel (2018a) tarafından yapılan araştırmada, 10.sınıf ders kitabı bilimsel içerik bakımında incelenmiş ve hücre bölünmesi ile ilgili üniteye bilimsel hataların olduğu tespit edilmiştir. Yılmaz, Gündüz, Çimen ve Karakaya (2017) 7.sınıf fen bilimleri ders kitabının bilimsel içeriğini değerlendirdikleri araştırma sonucunda, ünitelerde yer alan konu içeriklerinde bilimsel hataların olduğu ve bu hataların öğrencilerde kavram yanlışlığına neden olabileceği tespit etmişlerdir. Murat, Kanadlı ve Ünişen (2011) tarafından yapılan araştırmada, yedinci sınıf öğrencilerinin hayvanların üremesi, büyümesi ve gelişmesi konularında kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Dağdelen ve Kösterelioğlu (2015) tarafından yapılan araştırmada, kavramsal değişim metinlerinin insan ve yönetim ünitesindeki kavram yanlışlarının giderilmesi üzerindeki etkisi incelenmiş ve kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Alkan, Akkaya ve Köksal (2016) tarafından yapılan araştırmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının mitoz ve mayoz bölünmeye ilişkin kavram yanlışlığı model oluşturma yaklaşımıyla belirlenmiştir.

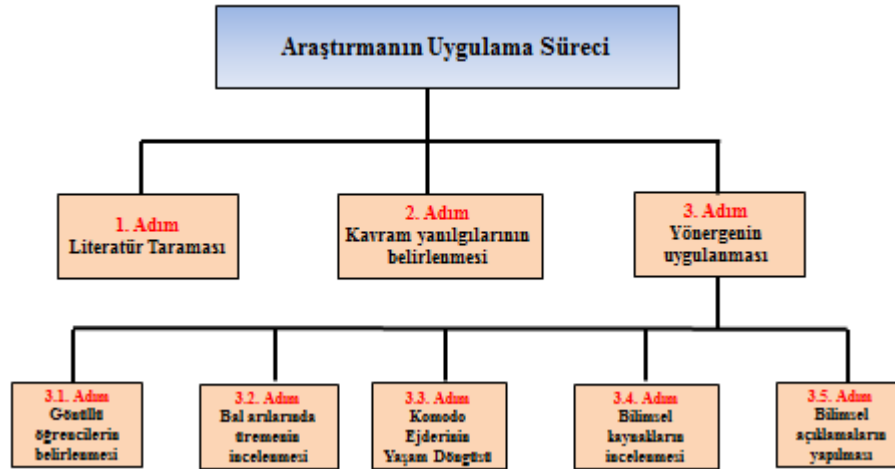
Bir öğrenci partenogenez kavramı ile eğitim sisteminde ilk kez lise öğrenimi sırasında karşılaşmaktadır. Biyoloji ve fen bilimleri öğretmen adaylarının, biyoloji dersi almış lise öğrencilerinin büyük bir kısmının gerek ders içi ve gerekse ders dışındaki zamanlarda partenogenezi 'eşeyli üreme' olarak algıladıkları yıllardan beri gözlemlenen bir durumdur (Gündüz vd., 2016). Öğretmen adaylarına bu durum karşısındaki dayanakları sorulduğunda ise lisede öğrendiklerini, ders ve ek kaynak kitaplarında bu şekilde yazdığını, üniversiteye giriş sınavlarına hazırlanırken de bu şekilde öğrendiklerini belirtmişlerdir (Yılmaz, Çimen, Karakaya ve Adıgüzel, 2018b). Yapılan araştırmalar sonunda çok uzun yıllar, MEB biyoloji ders kitapları ve ek kaynak kitaplarda partenogenezin bir eşeyli üreme olarak verildiği saptanmıştır. Ders kitaplarındaki hatalı bilgilerin, öğrenenlerde kavram yanlışlığına, kavram karmaşalarına neden olduğu çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Yılmaz vd., 2018a; Yılmaz vd., 2018c; Yılmaz vd., 2017; Gündüz vd., 2016). Türkiye'de "1739 sayılı Millî Eğitim Temel Kanunu'nun 2. maddesinde ifade edilen Türk Millî Eğitiminin Genel Amaçları ile Türk

Millî Eğitiminin Temel İlkeleri esas alınarak hazırlanan Biyoloji Dersi Öğretim Programında “10.1.1.3.a. Eşeyli üreme bağlamında bölünerek üreme, tomurcuklanma, sporla üreme, rejenerasyon partenogenez ve bitkilerde vejetatif üreme örnekleri verilir. 10.1.2.2. Eşeyli üremeyi örneklerle açıklar. 10.1.2.2.b. Eşeyli üremenin temelini mayoz ve döllenme olduğu açıklanır” kazanımları yer almaktadır (MEB, 2018a, s.19-20). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelendiğinde ise “F.7.2.2.1. Mitozun canlılar için önemini açıklar. F.7.2.3.1. Mayozun canlılar için önemini açıklar” kazanımı yer almaktadır (MEB, 2018b, s.45). Kazanımlar dikkate alındığında gerek biyoloji gerekse fen bilgisi öğretmen adaylarının eşeyli ve eşeysiz üremenin mekanizmalarını bilmeleri gerekmektedir. Bilimsel olarak eksik ve yanlış bilgilere veya kavram yanılgılarına sahip öğretmenler öğrencilerin de aynı yanlışlara düşmesine neden olacaktır. Bu nedenle öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bilimsel eksiklerinin ve kavram yanılgılarının olmaması gerekmektedir. Ancak yapılan alanyazın incelenmesi, gerek öğretmenler gerekse öğretmen adaylarının partenogenez kavramına yönelik bilgi düzeyleri ve sahip oldukları kavram yanılgılarının belirlenmesi için çalışmanın olmadığını göstermiştir. Bu noktadan hareketle araştırmada, öğretmen adaylarının partenogenez konusuna yönelik kavram yanılgılarının belirlenmesi ve hazırlanan yönergeye göre giderilmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın öğretmen adaylarında partenogeneze yönelik kavram yanılgılarının giderilmesi için bir model olarak alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2. Yöntem

### Araştırmanın modeli

Bu araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden biri olan uygulama odaklı eylem araştırması kullanılmıştır. Uygulama odaklı eylem araştırmaları, araştırmacıların bir soruna çözüm üretmek ve bireylerin öğrenme düzeylerini geliştirmek amacıyla kullanılan yöntemdir (Creswell, 2005). Bu araştırmada da öğretmen adaylarının partenogenez konusundaki kavram yanılgıları belirlendikten sonra soruna çözüm olarak üretilen öğrenme yönergeleriyle onların kavram yanılgılarının bilimsel olarak doğru olanla değiştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın uygulama süreci Şekil 1’de verilmiştir. Araştırmanın uygulama sürecinde ilk olarak literatür taraması yapılarak partenogenez kavramıyla ilgili kavram yanılgılarını ve bu yanılgıların nedenleri belirlenmiştir (Gündüz, Yılmaz ve 2016; Gündüz, Yılmaz, Çimen ve Karakaya, 2019; Yılmaz vd., 2018a).



Şekil 1. Araştırmanın uygulama süreci

İkinci adımda, öğretmen adaylarındaki kavram yanılgıları belirlenmiştir. Üçüncü adımda, daha önceden belirlenen kavram yanılgıları dikkate alınarak yönerge oluşturulmuş ve yönergenin adımları uygulanmıştır. Yönerge kapsamında araştırmanın çalışma grubunda yer alanlardan gönüllülük esasına göre öğretmen adayları belirlenmiştir. Bu öğretmen adayları ile bal arılarının üreme döngüsü, komodo ejderinin yaşam döngüsü ayrıntıları ile tartışılarak incelenmiş ve bazı sorulara cevap vermeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanılgılarıyla yüzleşmeleri ve bilimsel gerçekleri görmeleri için uluslararası bilimsel kaynaklar incelemelerine fırsat verilmiştir. Son adımda ise araştırmacılar tarafından partenogenez kavramının bilimsel tanımı, bal arıları ve komodo ejderinin üreme sürecindeki yeri adım adım anlatılmıştır.

### Araştırmanın çalışma grubu

Bu araştırmanın çalışma grubu, 2018-2019 eğitim-öğretim yılında Türkiye’de bir devlet üniversitesinin birinci ve dördüncü sınıfta öğrenim gören fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Birinci sınıfta öğrenim gören öğretmen adayları, ortaöğretimden üniversite eğitimine yeni geçmeleri ve ortaöğretimdeki eksikliklerin ortaya koyulabilmesi için seçilmiştir. Dördüncü sınıfta öğrenim gören öğretmen adayları ise, lisans öğrenimlerini tamamlama düzeyinde ve bir yıl sonra eğitim sisteminde görev alacak olmaları nedeniyle tercih edilmiştir. Bu sınıflarda öğrenim gören öğretmen adayları tercih edilerek hem ilköğretim ve ortaöğretimde oluşmuş kavram yanlışlarının hem de lisans eğitiminde oluşan ve değiştirilemeyen kavram yanlışlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Araştırmanın ilk basamağına gönüllülük esasıyla, 115 fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarına ait demografik bilgilerin dağılımı Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1

#### Araştırmanın çalışma grubuna ait demografik bilgiler

Anabilim Dalı	Sınıf	Frekans (f)	Yüzde (%)
Biyoloji Öğretmenliği	1.sınıf	19	54.2
	4.sınıf	16	45.8
Fen Bilgisi Öğretmenliği	1.sınıf	40	50.0
	4.sınıf	40	50.0

Tablo 1’deki veriler incelendiğinde, araştırmaya katılan biyoloji öğretmen adaylarının %54.2’si (f=19) 1.sınıfta ve %45.8’i (f=16) 4.sınıfta öğrenim görmektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının ise %50.0’si (f=40) 1.sınıfta ve %50.0’si (f=40) 4.sınıfta öğrenim görmektedir. Araştırmanın ikinci basamağı olan uygulama kısmında ise gönüllülük esasına göre, 115 öğretmen adayından tekrarlanan kavram yanlışları için uygulama grubu oluşturulmuştur. Uygulama grubu, fen bilgisi 1. sınıf (f=10), 4.sınıf (f=10), biyoloji 1.sınıf (f=10) ve 4.sınıf (f=10) olmak üzere 40 öğretmen adayından oluşmaktadır.

#### Verilerin toplanması ve analizi

Araştırmada literatür taramasından sonra ilk olarak, fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adaylarının partenogeneze yönelik var olan bilgileri ve kavram yanlışları belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öğretmen adaylarına araştırmacılar tarafından hazırlanan iki adet açık uçlu soru sorulmuştur. Soruların amaca uygunluğu ise iki farklı uzman görüşü alınarak belirlenmiştir.

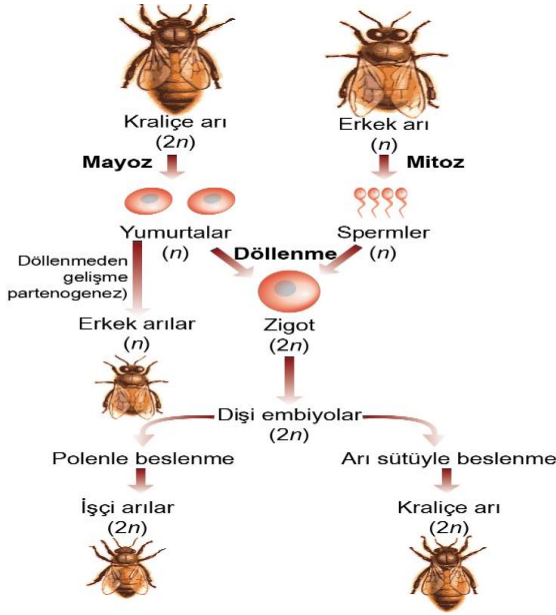
Bu sorular aşağıda verilmiştir:

- ❖ Partenogenez nedir?
- ❖ Partenogenez hangi canlılarda görülür?

Soruların hazırlanmasında alanyazında yer alan kitap inceleme (Gündüz vd., 2019; Gündüz vd., 2016; Yılmaz vd., 2018a; Yılmaz vd., 2017), öğretmen yeterlikleri (Karakaya, Uzel, Yılmaz ve Gül, 2019) ve biyoloji öğretim programının öğretmen adaylarının görüşlerine göre değerlendirilmesi (İnce Aka, Yılmaz ve Karakaya, 2019; Yılmaz, Çimen, Karakaya, Adıgüzel, 2018b) çalışmalarının sonuçları dikkate alınmıştır. Araştırmaların sonuçları partenogenez kavramıyla ilgili bilimsel hataların, kavram yanlışlarının ve öğretmen adaylarında öz yeterlik eksikliğinin olduğunu göstermiştir.

Araştırmanın daha sonraki basamaklarında, araştırmacılar tarafından hazırlanan yönergeye göre partenogeneze yönelik kavram yanlışlarının giderilmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda araştırmaya katılan öğretmen adaylarından gönüllülükleri esas alınarak rastgele 40 öğretmen adayının seçimi gerçekleştirilmiştir. Partenogeneze yönelik kavram yanlışlarının giderilmesi için hazırlanan yönergedeki basamaklar aşağıda verilmiştir:

- ❖ Biyoloji ve fen bilgisi öğretmenliği programlarının birinci ve dördüncü sınıflarında öğrenim gören toplam 40 gönüllü öğrenci, araştırmanın uygulamadaki çalışma grubu olarak belirlenmiştir.
- ❖ Öğretmen adaylarına bal arılarında çoğalmayı gösteren aşağıdaki çalışma yapıları verilmiş ve inceledikten sonra iki soruyu içtenlikle yanıtlamaları istenmiştir.
  1. Bal arılarında dişi ve erkek arıların üreme şeklini belirtiniz.
  2. Bir üremenin eşeyli üreme olarak tanımlanabilmesi için hangi koşulları taşıması gereklidir?



Şekil 2. Bal arılarında üreme

- ❖ Adayların yanıtları toplanarak yönergenin birinci aşaması tamamlanmıştır. Bunlar yönergedeki ilk bulgular olarak değerlendirilmiştir.
- ❖ Öğretmen adaylarına Komodo ejderi hakkında bir öykünün içerisinde yer aldığı çalışma yaprağı verilmiş ve öyküyü okuyup sonunda verilen iki soruyu istedikleri gibi yanıtlamaları istenmiştir. Komodo ejderi hakkındaki öykü Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2

## Komodo ejderi hakkındaki öykü

**Komodo Ejderi**

*Komodo ejderi, dünyanın en büyük kertenkelesidir ve 3 metre uzunluğa kadar büyüyebilir. Doğada serbest olarak sadece Endonezya'daki üç adada bulunmaktadır.*

*İngiltere'deki bir hayvanat bahçesinde iki tane dişi Komodo ejderi yaşamaktaydı. Hayvan bakıcıları, bu dişi ejderlerden birinin bir süre sonra 25 tane yumurta koyduğunu keşfettiler. Tutsak durumdaki bir Komodo ejderinin üreyecek olması sürpriz değildi. Gerçekten de bu ejder, her mevsim hayvanat bahçesindeydi: O, iki tane dişi Komodo ejderinden biriydi ve türün birey sayısını artırmaya yönelik olan uygulanan üretim programının parçasıydı.*

*Bu ejderin yumurtalarını böylesine dikkate değer kılan şey, onun çiftleşme bir yana henüz bir erkekle arkadaşlık kurmadığıydı. Bu dişi ejder çiftleşmemiş olmasına rağmen onun yumurtalarının sekiz tanesi normal olarak gelişti ve açılarak sağlıklı Komodo ejderlerini meydana getirdi. DNA analizleri, yavruların tüm genlerini bu ejderden aldığı doğruladı.*

- ❖ Yönerge kapsamında öğretmen adaylarına Komodo ejderi hakkında aşağıda verilen sorular sorulmuştur.
  1. Komodo ejderinin üreme şeklinin eşeyli mi, eşeysiz mi olduğunu belirtiniz. Bu üreme şeklini nasıl adlandırabilirsiniz.
  2. Yavrular anne bireyin genetik olarak aynısı mıdır? Neden?
- ❖ Adaylardan toplanan çalışma yapıları değerlendirmeye alınmıştır.
- ❖ Uygulamanın yapıldığı salona getirilen bilimsel kaynakların (Simon vd., 2017; Sadava vd., 2014; Reece vd., 2013; Russell, Hertz ve McMillan, 2011; Fremann vd., 2014) ilgili sayfaları açılarak tüm adaylar tarafından incelenmesi sağlanmıştır.
- ❖ Bu kaynaklarda bal arılarındaki üremenin yanı sıra, Rotifera şubesine ait Bdelloidea grubunda, bazı balıklar, iki yaşamlılar, kertenkeleler, yassı solucanlar, halkalı solucanlar, akarlar ve böceklerin birçok türünde rastlanan partenogenez ile ilgili görsel ve metinleri incelemeleri ve notlar almaları sağlanmıştır.
- ❖ Son adımda ise, araştırmacılar tarafından yapılan bilimsel açıklamalar ve sınıf ortamına getirilen bilimsel kitaplar ışığında öğretmen adaylarından konuyla ilgili tekrar değerlendirme yapıları istenmiştir.
- ❖ Verilerin analizinde öğretmen adaylarının yaptığı betimlemeler araştırmacılar tarafından çözümlenmiştir.

### 3. Bulgular

Bu bölümde araştırma kapsamında elde edilen bulgular sunulmuştur. Araştırmada ilk olarak, uygulama öncesinde öğretmen adaylarının partenogenez ile ilgili kavram yanılgıları belirlenmiştir. Bu kapsamda, 'Partenogenez nedir?' sorusuna cevap aranmıştır. Bulgular Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3

'Partenogenez nedir?' sorusuna dair bulgular

Partenogenez	f	%	Örnek öğretmen adayı görüşleri
Kavram yanılgısı	113	100.0	<p>Ö-9: Arılarda görülen üreme şeklidir</p> <p>Ö-30: Partenogenez, n kromozomlu bir işçi arı ile 2n kromozomlu dişi arıların döllenmesi sonucu oluşur.</p> <p>Ö-42: Partenogenez, bir yumurtanın döllenip gelişmesiyle oluşan üreme şeklidir.</p> <p>Ö-45: Partenogenez parça değişimi olayıdır.</p> <p>Ö-50: Partenogenez eşey üreme ana hücrelidir.</p> <p>Ö-73: Arılarda, dişi arıların mayoz erkek arıların mitoz geçirip üremesi olayıdır.</p> <p>Ö-90: n kromozomlu arıların büyüüp gelişmesidir.</p> <p>Ö-96: Arılarda görülen üreme şeklidir. Kraliçe arıdan mayozla meydana gelen yumurtaların mitoz bölünme geçirerek kısır bireyler oluşturmasıdır.</p> <p>Ö-100: Arıların çoğalma şeklidir</p> <p>Ö-112: Arılarda görülen cinsiyetin belirlenmesinde yumurtaların döllenip döllenmemesi ile ilgili olay.</p> <p>Ö-115: Arılar mitoz ve mayozla çoğalırlar. Buna denir.</p>
Kavramın bilimsel tanımı	0	0.0	-
Boş kategori	2		<p>Ö-3: Bilmiyorum</p> <p>Ö-26: Herhangi bir fikrim yok</p>

Tablo 3'deki bulgular incelendiğinde, araştırmaya katılan öğretmen adayların %98.2'sinin (f=113) partenogenez olayı ile ilgili kavram yanılgılarının olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada uygulama öncesi partenogenez hangi canlılarda görüldüğüne ilişkin öğretmen adaylarındaki kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla 'Partenogenez hangi canlılarda görülür?' sorusuna cevap aranmıştır. Bulgular Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4

'Partenogenez hangi canlılarda görülür?' sorusuna dair bulgular

Canlılar	f	%
Arılar	95	82.6
Boş kategori (bilmiyorum)	20	17.4

Tablo 4'deki bulgular incelendiğinde, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının %82.6'sı (f=95) partenogenez'in arılarda gerçekleştiğini, %17.4'ü (f=20) ise herhangi bir bilgilerinin olmadığını ifade etmişlerdir.

Araştırma kapsamında, geliştirilen yönerge adımları uygulanmıştır. Araştırmada 'Bal arılarında dişi ve erkek arıların üreme şeklini belirtiniz?' sorusuna cevap aranmış ve elde edilen bulgular Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5

Dişi ve erkek arıların üreme şekliyle ilgili bulgular

Üreme şekli	Erkek arılar		Dişi arılar	
	f	%	f	%
Eşeyli üreme	40	100	25	62.5
Eşeysiz üreme	0	0	15	37.5

Tablo 5'deki bulgular incelendiğinde, öğretmen adaylarının %100'ü (f=40) erkek arıların, %62.5'i (f=25) dişi arıların eşeyli ürediklerini ifade etmişlerdir. Ancak araştırmaya katılan öğretmen adaylarının %37.5'i (f=15) dişi arıların eşeysiz olarak ürediklerini belirtmişlerdir.

Araştırmada 'Bir üremenin eşeyli üreme olarak tanımlanabilmesi için hangi koşulları taşıması gereklidir?' sorusuna cevap aranmıştır. Bulgular Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6

*Eşeyli üreme olabilmesi için gerekli koşullara yönelik bulgular*

Koşullar	f	%
Mayoz bölünme	26	65.0
Krossing- over	4	10.0
Döllenme	6	15.0
Diploid hücre	4	10.0

Tablo 6'daki bulgular incelendiğinde, öğretmen adaylarının bir üremenin eşeyli olarak tanımlanabilmesi için %65.0'i (f=26) mayoz bölünme, %10.0'u (f=4) krossing-over, %15.0'i (f=6) döllenme ve %10.0'u (f=10) diploid hücrenin olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Araştırmada 'Komodo ejderinin üreme şeklinin eşeyli mi, eşeysiz mi olduğunu belirtiniz. Bu üreme şeklini nasıl adlandırabilirsiniz?' sorusuna cevap aranmıştır. Bulgular Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7

*Komodo ejderinin üreme şekline yönelik bulgular*

Üreme şekli	Eşeysiz		Eşeyli		Öğretmen adayı görüşleri
	f	%	f	%	
Partenogenez	-	-	4	10.0	Ö-2:Komodo ejderi partenogenezle eşeyli üremiştir. Ö-35:Partenogenezle mayoz ve eşeyli üreme olmuştur.
Diğer	22	55.0	14	35.0	Ö-2:Komodo ejderi partenogenezle eşeyli üremiştir. Ö-8:Konjugasyonla üreme gerçekleşmiştir. Konjugasyon eşeyli üreme şeklidir. Ö-9: Döl almaşı (metagenezle) yavrular meydana gelmiştir. Bu yüzden hem eşeyli hem de eşeysiz üreme meydana gelmiştir. Ö-12: Komodo ejderi hayvan olduğu için eşeyli üreme ile çoğalmıştır. Ö-28: Hem eşeyli hem de eşeysiz üreme olmuştur. Ö-30: Mitoz ve mayoz bölünme birlikte eşeyli üreme olmuştur. Ö-34: Mitoz bölünmeyle eşeysiz olarak çoğalmışlardır. Ö-40: Sporla eşeyli üremişlerdir.

Tablo 7'deki bulgular incelendiğinde, öğretmen adaylarının %10'u (f=4) komodo ejderinin eşeyli partenogenez ile eşeyli olarak ürediğini belirtmişlerdir.

Araştırmada 'Komodo ejderlerinde yavrular anne bireyin genetik olarak aynı mıdır? Neden?' sorusuna cevap aranmıştır. Bulgular Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8

*Yavruların genetik yapılarına yönelik bulgular*

Genetik yapı	f	%	Öğretmen adayı görüşleri
Aynıdır	28	70.0	Ö-4: Komodo ejderinin babası olmadığı için annesinin aynıdır. Ö-12: Yavru ejderler hem birbirine hem de annelerine benzerler. Annelerinin aynıdır. Ö-14: Bakterilerin çoğalması gibi birbirinin aynı olurlar. Ö-28: Komodo ejderi mitoz bölünmeyle çoğaldığı için annesinin tıpa tıp aynıdır. Ö-30: Anne Komodo ejderi yumurtaları kendi kendine dölediği için yavrular annenin aynıdır. Ö-31: Komodo ejderleri tüm genlerini annelerinden aldığı için annelerinin aynıdır.

			Ö-35: Komodo ejderleri genetik olarak annelerinin ikizidir. Ö-37: Mitozla eşeysiz üreyen canlılarda farklılık gözlenmez. Bu yüzden anne ve yavrular aynıdır. Ö-38: Mayoz bölünme gerçekleşmediği için farklılık olamaz.
Farklıdır	12	30.0	Ö-1: Komodo ejderleri konjugasyonla üredikleri için genetik olarak annelerinden farklıdır. Ö-10: Anne Komodo ejderi yavrularına tüm genlerini aktaramamış olabilir bu yüzden farklıdır. Ö-19: Metagenezle ürediklerinden mayoz bölünme sırasında parça değişimi olduğundan farklıdır. Ö-23: Anne Komodo ejderi genlerinin yavrular arasında paylaştığı için yavrular tamamen annenin aynısı olamaz.

Tablo 8'deki bulgular incelendiğinde, öğretmen adaylarının %70.0'i (f=28) yavruların genetik yapılarının anne ile aynı, %30.0'u (f=12) farklı olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmada uygulamalar sonrasında 'Partenogenez nedir ve hangi canlılarda gerçekleşir?' sorusuna cevap aranmıştır. Bulgular Tablo 9'de verilmiştir.

Tablo 9

Uygulama sonrası 'Partenogenez nedir ve hangi canlılarda gerçekleşir?' ile ilgili bulgular

Partenogenez	f	%	Görülen canlılar	Örnek öğretmen adayı görüşleri
<b>Yanlış kavrama</b>	-	0.0	-	-
<b>Bilimsel olarak doğru tanım</b>	40	100.0	Arılar Karıncalar Komodo ejderi Kertenkele, Kurbağa	Ö-3: Partenogenez bir eşeysiz üreme şeklidir. Komodo ejderi gibi canlılarda görülür. Ö-12: Partenogenez ancak döllenme olmadığı için bir eşeysiz üreme şeklidir. Arılar, bazı kertenkelelerde görülür. Ö-20: Döllenmemiş yumurtanın gelişmesiyle gerçekleşen bir eşeysiz üreme şeklidir. Arı, komodo ejderi ve karınca gibi canlılarda görülür. Ö-37: Üreme hücrelerinin döllenme olmadan gelişerek yeni birey oluşturmasına partenogenez denir. Bu bir eşeysiz üreme şeklidir. Arı, kertenkele, kurbağa gibi canlılarda görülür.

Tablo 9'daki bulgular incelendiğinde, uygulamalar sonrasında araştırmaya katılan öğretmen adaylarının %100'ü (f=40) partenogeneze yönelik kavram yanlışlarının giderildiği belirlenmiştir.

#### 4. Tartışma ve Sonuçlar

Bu araştırmada, fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adaylarının partenogenez konusuna yönelik kavram yanlışlarının belirlenmesi ve hazırlanan yönergeye göre kavram yanlışlarının giderilmesi amaçlanmıştır. Araştırma bulguları incelendiğinde, araştırmaya katılan fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adaylarında partenogeneze yönelik kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının, bal arıları dışında herhangi bir canlıda partenogenez olayının görülmesine yönelik bilgiye sahip olmadıkları da tespit edilmiştir. Bu durumların oluşmasında, ders kitaplarında yer alan hatalı bilgilerin, lise eğitiminde gerçekleşen yanlış öğrenmelerin etkili olduğu düşünülmektedir. Alanyazın incelendiğinde ders kitaplarında partenogenez kavramının yanlış tanımlandığı tespit edilmiştir (Gündüz, Yılmaz ve Çimen, 2016; Yılmaz vd., 2018a). Kabapınar (2007) tarafından yapılan araştırmada, ilköğretimden lisans düzeyine kadar öğrencilerde kavram yanlışlarının bulunduğu ve bu durumun oluşmasında lisans öncesinde alınan eğitimlerin ve ders kitaplarının etkili bir faktör olduğu belirlenmiştir. Murat, Kanadlı ve Ünişen (2011), yedinci sınıf öğrencilerinin hayvanların üremesi, büyümesi ve gelişmesi konusunda kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirlemişlerdir. Emre ve Bahşi (2006) ise yaptıkları araştırma sonucunda, hücre bölünmeleri konusunda öğretmen adaylarının yanlış bilgilere sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Tekkaya, Çapa ve Yılmaz (2000) yaptıkları araştırma sonucunda, biyoloji öğretmen adaylarının hücre bölünmeleri ile ilgili kavram yanlışlarının olduğunu tespit etmişlerdir. Tekkaya, Çapa ve Yılmaz (2000)'a göre, bilimsel bilginin öğretilmesinde kullanılan dil ile günlük hayatta kullanılan dilin farklı olması kavram yanlışlarına neden olmaktadır.



Ayrıca öğrencilerde kavram yanılgılarının oluşmasında öğretmenlerin sahip oldukları kavram yanılgıları etkili olmaktadır (Yates ve Marek, 2014). McComas (2005)'a göre, eğitim ve öğretim sürecinde büyük sorumlulukları olan öğretmenlerin kavram yanılgılarının belirlenmesinde ve giderilmesinde yeterli olmaması öğrencilerde yanılgıların kalıcı olmasına neden olmaktadır. Bu durum, öğretmen ve öğretmen adaylarında kavram yanılgılarının belirlenmesinin ve giderilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Araştırmada, fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adaylarının bir üremenin eşeyli olabilmesi için gerekli olan şartlara yönelik kavram yanılgılarının olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adayları mayoz bölünme, krossing-over, diploid hücre olması durumunda eşeyli üremenin olabileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının Komodo ejderindeki üreme ve yavrularının genetik yapılarının benzerliği konusunda da kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmüştür. Öğretmen adayları, partenogenez olayını bir eşeyli üreme olarak tanımlamaktadırlar. Bu sonuçlara göre, fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adaylarının mitoz, mayoz, eşeysiz üreme ve eşeyli üremeyle ilgili bilimsel bilgilerinin yeterli olmadığı söylenebilir. Alkan, Akkaya ve Köksal (2016) yaptıkları araştırma sonucunda, fen bilgisi öğretmen adaylarının mitoz ve mayoz bölünme ilgili kavram yanılgılarının olduğunu belirlemişlerdir. Alanyazın incelemeleri lise öğrencilerinde mitoz ve mayoz bölünme ile ilgili kavram yanılgılarının olduğunu göstermiştir (Atılboz ve Gökben, 2004; Tekkaya, Özkan ve Sungur, 2001; Williams vd., 2011). Bu sonuçlar araştırmanın bulgularını desteklemektedir.

Araştırmada hazırlanan yönerge kapsamındaki adımlar sonucunda, öğretmen adaylarının partenogenez konusunda kavram yanılgılarının tamamının giderildiği belirlenmiştir. Öğretmen adayları, üreme hücrelerinin döllenme olmadan gelişerek yeni birey oluşturması nedeniyle partenogenezin bir eşeysiz üreme şekli olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları bal arılarında n kromozumlu yumurtaların döllenmeden gelişimiyle erkek arıların oluştuğunu, kertenkele, kurbağa gibi canlılarda da partenogenez görüldüğünü ifade etmişlerdir. Bu sonuçlara göre, araştırmada hazırlanan yönergenin öğretmen adaylarının partenogenez konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili olduğu söylenebilir. Alanyazın incelendiğinde, öğrencilerde var olan kavram yanılgılarının giderilmesi için geleneksel yöntemin (düz anlatım yöntemi gibi) yeterli olmayacağını göstermiştir (Fisher, 1985). Bu nedenle öğrencilerin kavram yanılgılarının tespiti ve giderilmesi için kavramsal değişim stratejilerine dayalı etkinlikler ve ders planlarının geliştirilmesi gerekmektedir (Aydın ve Balım, 2013). Nitekim farklı konulara yönelik hazırlanan modellemelerin kavram yanılgılarının belirlenmesinde (Alkan, Akkaya ve Köksal, 2016; Ayvacı vd., 2016; İyibil ve Sağlam, 2010) ve öğrenci başarısının artırılmasında etkili olduğu belirlenmiştir (Gümüş, Demir, Koçak, Kaya ve Kırıcı, 2008; Aksakal, Karataş ve Laçin-Şimşek, 2015; Harrison ve Treagust, 1996). González-Gómez ve diğerleri (2017) ise teorik-pratik bir öğretimin ardından ilköğretim öğrencilerinde kavram yanılgılarının giderilebileceğini ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar, araştırmanın bulgularını desteklemekte ve kavram yanılgılarının giderilmesi için farklı yöntemlerin etkili olacağını göstermektedir.

### Öneriler

- Öğretmen adaylarında belirlenen bu tür kavram yanılgılarının giderilmesinde sadece belirli bir yöntemin yeterli olmayacağı unutulmamalıdır. Bu nedenle belirlenen kavram yanılgılarını gidermeye yönelik araştırmada olduğu gibi yönergeler geliştirilmelidir.
- Süreci yönetecek olan öğreticilerin kendisinde herhangi bir yanılmanın bulunmamasına dikkat edilmelidir. Bu amaçla uzman bilim insanlarından görüş alınmalıdır.
- Bu süreçte uygulanacak yöntem(ler)e ilişkin bir ayrıntılı bir yönerge oluşturulmalıdır.
- Bu yönergede öğretmen adaylarının kendi başlarına öğrenebilecekleri ve keşfedebilecekleri düzenlemeler yapılmalıdır.
- Öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanılgılarına ilişkin doğru bilgilere, bilim dünyasında kabul görmüş eserleri inceleyerek ulaşmaları sağlanmalıdır.
- Uygulamaya katılan öğretmen adaylarında ilerleyen zamanlarda, değişim göstermiş olan yeni bilgilerin kalıcılığı ile ilgili çalışmalar yapılabilir.
- Aynı çalışma, lisede biyoloji dersi alan öğrencilerde de yapılabilir.

### Kaynakça

- Aksakal, M., Karataş, A., & Laçin-Şimşek, C. (2015). Mayoz bölünme konusunun öğretiminde modellerle zenginleştirilmiş laboratuvar ortamının akademik başarıya etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(37), 49-60.
- Aktan, M.B., Kaynak, S., Abdüsselam, Z., & Ardoğan, E. (2019). Güncel fen öğretim programları ve ders kitaplarında model ve modelleme kavramlarının analizi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 8(1), 44-69.
- Alkan, İ., Akkaya, G., & Köksal, M. S. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mitoz ve mayoz bölünmeye ilişkin kavram yanılgılarının model oluşturma yaklaşımıyla belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(2), 121-135.

- Atılboz, G., & Gökben, N. (2004). Lise 1. sınıf öğrencilerinin mitoz ve mayoz bölünme konuları ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanlışları. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 147-157.
- Aydın, G., & Balım, A.G. (2013). Kavramsal değişim stratejilerine dayalı olarak hazırlanan fen ve teknoloji plân ve etkinlikleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 327-337.
- Ayvacı, H.Ş., Bebek, G., Atik, A., Keleş, C.B., & Özdemir, N. (2016). Öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modellerin modelleme süreci içerisinde incelenmesi: Hücre konusu örneği. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 175-188.
- Creswell, J. W. (2005). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Upper Saddle River, NJ: Merrill/Prentice Hall.
- Dağdelen, O., & Kösterelioğlu, İ. (2017). Effect of conceptual change texts for overcoming misconceptions in “people and management” unit. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 8(1), 99-112.
- Emre, İ., & Bahşi, M. (2006). Fen bilgisi öğretmen adaylarının hücre bölünmesiyle ilgili kavram yanlışları. *Doğu Anadolu Bölge Araştırmaları (DAUM)*, 4(3), 70-73.
- Freeman, S., Allison, L., Black, M., Podgorski, G., Quillin, K., Monroe, J., & Taylor, E. (2014). *Biological science*. USA: Pearson Education, s.1197.
- González-Gómez, D., Airado-Rodríguez, D., Acedo, M. A. D., & Niño, L. V. M. (2017). Change in elementary school students' misconceptions on material systems after a theoretical-practical instruction. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 9(3), 499-510.
- Gümüş, İ., Demir, Y., Koçak, E., Kaya, Y. ve Kırıcı, M. (2008). Modelle öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1). 65- 90.
- Gündüz, E., Yılmaz, M., Çimen, O., & Karakaya, F. (2019). 11. sınıf biyoloji ders kitabındaki konuların bilimsel içerik bakımından incelenmesi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 999-1015.
- Gündüz, E. Yılmaz, M., & Çimen, O. (2016). MEB ortaöğretim 10. sınıf biyoloji ders kitabının bilimsel içerik bakımından incelenmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(2), 414-430.
- Harrison, A.G., & Treagust, D.F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534.
- Hickman, R., Keen, E., & Larson, I.A. (2016). *Zooloji entegre prensipler*. Gündüz, E. (Ed.). Ankara: Palme, s.871.
- İnce Aka, E., Yılmaz, M. & Karakaya, F. (2019). 2018 fen bilgisi öğretmenliği lisans programındaki biyoloji derslerinin öğretmen görüşlerine göre değerlendirilmesi. *Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 133-143.
- İyibil, Ü., & Sağlam A.A. (2010). Fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 25-46.
- Kabapınar F. (2007). Öğrencilerin kimyasal bağ konusundaki kavram yanlışlarına ilişkin literatüre bir bakış ı: molekül içi bağlar. *Mili Eğitim Dergisi*, 176, 18-35.
- Kaptan, F., & Korkmaz, H. (2001). Hizmet öncesi sınıf öğretmenlerinin fen eğitiminde ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(21),59-65.
- Karakaya, F., Uzel, N., Gül, A., & Yılmaz, M. (2019). Öğretmen adaylarının öğretmenliğe hazır olma düzeyleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 373-396.
- Karakuyu, Y., & Tüysüz, C. (2011). Elektrik konusunda kavram yanlışları ve kavramsal değişim yaklaşımı. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 10(2), 867-890.
- Koray, Ö., & Tatar, A. G. N. (2003). İlköğretim öğrencilerinin kütle ve ağırlık ile ilgili kavram yanlışları ve bu yanlışların 6., 7. ve 8. sınıf düzeylerine göre dağılımı. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 187-198.
- Lawson, A. E., & Thompson, L. D. (1988). Formal reasoning ability and misconceptions concerning genetics and natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 733-746.
- McComas, W. (2005). The Misconception Synthesis Project. *USC Rossier School of Education*. [Online]: Retrieved on 10-Nisan 2019, at URL: <http://www.isi.edu/~ddavis/DanzFiles/Misconception.html>
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018a). Biyoloji Dersi Öğretim Programı. <http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/20182215535566-Biyoloji%20d%C3%B6p.pdf> (24.04.2019 tarihinde alınmıştır).
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018b). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3,4,5,6,7 ve 8. sınıflar). <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325> (24.04.2019 tarihinde alınmıştır).
- Murat, M., Kanadlı, S., & Ünişen, A. (2011). Yedinci sınıf öğrencilerinin hayvanların üremesi, büyümesi ve gelişmesi konusundaki kavram yanlışları ve olası kaynakları. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8(1), 179-197.
- Novitasari, C., Ramli, M., & Karyanto, P. (2019, February). Content analysis of misconceptions on bacteria in the biology textbook of high school. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1157, No. 2, p. 022076). IOP Publishing.

- Öksüz, C. (2010). İlköğretim yedinci sınıf üstün yetenekli öğrencilerin nokta, doğru ve düzlem konularındaki kavram yanılgıları. *İlköğretim Online*, 9(2), 508-525.
- Reece, J.B, Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & Jackson, R.B. (2013). *Campbell Biyoloji*. Gündüz, E., & Türkkan, İ. (Ed.). Ankara: Palme, s.1263.
- Russell, P.J., Hertz, P.E., & McMillan, B. (2011). *Biology: The dynamic science*. USA: Brooks/Cole, Cengage Learning, s.1283.
- Sadava, D., Hillis, M.D., Heller, H.C., & Berenbaum, M.R. (2014). *Yaşam bilimi biyoloji*, Gündüz, E., & Türkkan, İ. (Ed.). Ankara: Palme, s.1266.
- Simon, E.J., Dickey, J.L., Hogan, K.A. & Reece, J.B. (2017). *Campbell Temel Biyoloji*. Gündüz, E., & Türkkan, İ. (Ed.). Ankara: Palme, s.639.
- Tekkaya, C., Çapa, Y., & Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18), 140-147.
- Tekkaya, C., Özkan Ö., & Sungur S. (2001). Lise öğrencilerinin zor olarak algıladıkları biyoloji kavramları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 145-150.
- Williams, M., DeBarger, A. H., Montgomery, B. L., Zhou, X., & Tate, E. (2011). Exploring middle school students' conceptions of the relationship between genetic inheritance and celldivision. *Science Education*, 96, 78–103.
- Yağbasan, R., & Gülççek, A.G.Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanılgılarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 102-120.
- Yates, T. B., & Marek, E. A. (2014). Teachers teaching misconceptions: A study of factors contributing to high school biology students' acquisition of biological evolution-related misconceptions, *Evolution: Education and Outreach*, 7(7), 2-18.
- Yılmaz, M., Gündüz, E., Çimen, O., Karakaya, F., & Adıgüzel, M. (2018a). MEB ortaöğretim 10. Sınıf biyoloji ders kitabının bilimsel içerik bakımından incelenmesi. Şahin, H., Temizer, A., & Erdoğan, F. (Ed.). *Eğitim Bilimlerinde Güncel Akademik Çalışmalar-2018* (s:608-630), Cetinje-Montenegro, Ivpe.
- Yılmaz, M., Çimen, O., Karakaya, F., & Adıgüzel, M. (2018b). Biyoloji öğretmen adaylarının ortaöğretim biyoloji dersi ünite/konularına yönelik öz-yeterlik algılarının incelenmesi. *Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 145-154.
- Yılmaz, M., Gündüz, E., Üçüncü, G., Karakaya, F., & Çimen, O. (2018c). Sekizinci sınıf fen bilimleri ders kitabındaki biyoloji konularının bilimsel içerik bakımından incelenmesi. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 2(2), 1-16.
- Yılmaz, M., Gündüz, E., Çimen, O., & Karakaya, F. (2017). Examining of biology subjects in the science textbook for grade 7 regarding scientific content, *Turkish Journal of Education*. 6(3), 128-142.