



Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Mitoz ve Mayoz Bölünmeye İlişkin Kavram Yanılgılarının Model Oluşturma Yaklaşımıyla Belirlenmesi

İclal ALKANⁱ, Gamze AKKAYAⁱⁱ, Mustafa Serdar KÖKSALⁱⁱⁱ

Bu çalışmanın amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının mitoz ve mayoz bölünmeye ilişkin kavram yanılgılarının model oluşturma yaklaşımı kullanılarak veri toplama yoluyla belirlenmesidir. Araştırmaya 1. ve 2. sınıf düzeyindeki 105 fen bilgisi öğretmeni adayı katılmıştır. Araştırmada enlemesine tarama yöntemi kullanılmıştır ve veri toplama amacıyla "Mitoz-Mayoz Bölünme ile İlgili Kavram Yanılgılarını Belirleme Envanteri" kullanılmıştır. Araştırmanın bulguları öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanılgılarının; oluşan hücre sayılarına, kromozom sayısı değişimlerine, krossing-over, tetrad oluşumu, kalıtsal çeşitlilik, kromozom, kromatit, kromatin iplikçisi, sentrozom, sentriyol ve çekirdek kavramları etrafında odaklandığını göstermiştir. Bu çalışmanın en önemli özelliklerinden biri zihinsel betimlemeler ve sözel ifadelerin aynı anda veri olarak elde edebilmesiyle daha derin veri elde etme imkânı oluşturmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Kavram yanılgıları, Fen bilgisi öğretmeni adayları, Mitoz, Mayoz

GİRİŞ

Eğitim sistemimizde fen bilimleri dersi programının amacı öğrencilerin bilişsel, üst-bilişsel, duyuşsal ve psiko-motor alanda birçok kazanım elde etmelerini sağlamaktır (MEB, 2013). Bu kazanımların gerçekleştirilmesi sırasında öğrenciler, başarılarını olumsuz olarak etkileyen birçok durumla karşı karşıya kalırlar. Kavram yanılgıları bu olumsuzluklardan biridir. Öğrencinin öğrenme ortamında karşılaşacağı kavram yanılgılarını önleyebilmek için, oluşan kavram yanılgılarının önceden tespit edilmesi ve kullanılacak öğretim etkinliklerinin bu yanılgılardan etkilenmemesi öğretim planı içerisinde ele alınmalıdır. Çünkü kavram yanılgılarının nedenleri arasında ders esnasında gerekli kavramsal değişimin yapılamaması, ders kitapları ve öğretmen faktörü gibi etkenler yer almaktadır (Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Bunun için öğretimi planlayan öğretmenin kavram yanılgılarını bilmesi ve dersi bu bilinçle planlaması istenilen amaçlara ulaşılması açısından önemlidir. İyi planlanamayan öğretim süreci içerisinde, kavram öğrenimi sırasında öğrencilerde, bir takım ek yanılgılar oluşur. Bu yanılgıların önüne geçebilmek için kavramı, kavramın gerektirdiği süreçleri, kavram yanılgısını ve

ⁱ İnönü Üniversitesi, alkaniclal@gmail.com

ⁱⁱ İnönü Üniversitesi, gamzeb.gb@gmail.com

ⁱⁱⁱ Hacettepe Üniversitesi, bioeducator@gmail.com

kavram yanlışlığının kaynaklarının neler olduğu bilinmesi gerekmektedir(Riche, 2000; Yağbasan & Gülçiçek, 2003).

Kavram yanlışları, kavramların var olan bilimsel tanımı ile öğrencinin kendi zihninde oluşturduğu tanım arasındaki uyumsuzluktur (Gönen ve Akgün, 2005). Yapılan çalışmalarda her düzeyden bireyin bir takım kavram yanlışlarına sahip olabileceği görülmektedir (Güneş, 2007; Kaptan, 1999; Koray & Bal 2002). Bireylerin zihinlerinde yapılandıramadığı bu unsurların hem gözlemlenebilir nitelikte olmaması hem de geniş bir terminolojiye sahip olması kavram yanlışlarının oluşumuna kaynak olmaktadır (Lanie vd, 2004). Bireylerin sahip olduğu kavram yanlışlarının temelinde ön öğrenmelerin yeri büyüktür (Sever, Mazman, Budak & Yalçınkaya, 2009). Öğrenciler zihinlerinde bilgilerini yapılandırırken, öğretmenlerinin sahip olduğu zihinsel haritalara benzer şekilde yapılandırmaya çalışmaktadırlar (Rutledge ve Mitchell, 2002). Dolayısıyla öğretmen adaylarında gözlenen kavram yanlışlarının öğretime yansması ve öğrencilerdeki kavram yanlışlarının bir kaynağı olması söz konusudur (Kikas, 2004; Yates ve Marek, 2014; Yip, 1998). Öğretmenler, kavramların öğrenilmesinde önemli bir yere sahip olduğu gibi aynı zamanda öğrencilerin kavram yanlışlarının nedenleri arasındadır(Kikas, 2004; Yates ve Marek, 2014; Yip, 1998). Yates ve Marek (2014)'in çalışması incelendiğinde, öğrencilerin ve öğretmenlerin kavram yanlışları arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu ifade edilmiş aynı zamanda öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının öğretmenler tarafından aktarıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum ise kavram yanlışlarının giderilmesinde öğretmen adaylarının eğitiminin ne denli önemli olduğu vurgusunu yapmaktadır. Özellikle fen bilgisi öğretmen adayları üzerine yapılan çalışmalar fen bilgisi öğretmen adaylarının fizik ve kimya konularında kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir (Avcı, Kara ve Karaca, 2012; Aydın ve Özkara, 2011; Akgün, Gönen ve Yılmaz, 2005). Biyoloji konularında da kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenen (Sinan, Yıldırım, Kocakulah ve Aydın, 2006; Sinan, 2009) fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoloji konularındaki yanlışları biyolojinin yoğun terminolojik ve soyut yapısından dolayı öğretmen eğitimi sürecinde ayrı bir önem arz etmektedir.

Biyoloji konularındaki kavram yanlışlarını içeren önceki çalışmalarda özellikle mitoz ve mayoz bölünme kavramları ve süreçleri önemli bir yer tutmaktadır (Alparslan, Tekkaya & Geban, 2003; Amir & Tamir, 1994; Dikmenli, 2010; Mann & Treagust, 2010; Odom, 1995). Önceki çalışmalarda belirlenen biyoloji konularındaki kavram yanlışları; gen, allel, homolog kromozom, replike kromozom, kromozom sayısı ve DNA ipliği, kromozom-DNA ilişkisi, mitoz ve mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin kromozom yapısı, diploid-haploid hücre kavramı, mitoz ve mayoz bölünme sonucu oluşan hücre sayısı, kromatit, nükleotid ve kromozom kavramları arasındaki büyüklük ilişkisi, sperm hücresi, crossing-over geçirmiş hücrenin DNA miktarı kavramlarına yöneliktir (Atılboz & Gökben, 2004; Atılboz, 2007; Aydın & Balım, 2013; Bahar, Johnstone & Hansell, 1999; Tekkaya, Özkan & Sungur, 2001; Williams, Debarger, Montgomery, Zhou & Tate, 2011).

Mayoz ve mitoz kavramları ve süreçleriyle ilgili kavram yanlışları tespit edilirken kullanılan yollar, hem yanlışların belirlenmesi hem de bulgularının öğretimi planlamada kullanılması açısından ayrı bir önem arz etmektedir. Kavram yanlışları belirlenirken çok farklı yollar izlenebilir. Önemli olan izlenen yolun öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını en iyi şekilde ortaya koyabilmesidir. Yapılan bazı çalışmalarda bireylerin sahip oldukları kavram yanlışları açık uçlu sorularla yapılandırılan görüşmelerle (Atılboz, 2007; Lanie, 2004), problem merkezli görüşmelerle (Lewis & Kattmann, 2004), kavram haritalarının analiziyle (Kibuka-Sebitosi, 2007) belirlenmiştir.

Önceki çalışmalarda görüldüğü gibi kavram yanlışlarını belirleme ve giderme süreçlerinde farklı metotlara yer verilebilir (Çalık, Kolomuç & Karagölge 2010; Çelikten, İpekçioğlu, Ertepinar & Geban 2012; Duit, 1991; Franke & Bogner, 2010; Gilbert & Boulter 1998). Bu metotlar geleneksel metotlar olabileceği gibi geleneksel metotların dışında olan metotları da içerir. Kavram yanlışlarının belirlenmesinde kullanılan metotlar kavramın bireyin zihnindeki yansmasını net bir şekilde ortaya koyabilecek yapıda olmalıdır. Bireylerin zihinlerindeki kavramsal yapıların belirlenmesini sağlayabilecek önemli metotlardan biri zihinsel modellemelerdir (Harrison & Treagust, 2000).

Modeller insan zihni için bir fikri, kanıtı, süreci veya nesneyi temsil edebilmektedir (Gilbert & Boulter, 1998). Bireyler bir kavramı ya da olguyu anlamaya çalışırken kendi zihinsel yapılarından faydalanırlar (Norman, 1983). Çünkü bireylerin ön öğrenmeleri, geçmiş yaşantıları, deneyimleri, kültürel yapıları ve bunlara ekleyebileceğimiz daha birçok özellikleri birbirlerinden farklıdır. Bu nedenle yeni bir kavramın öğrenilmesinde bireylerin zihinlerinde meydana gelen durumlar bireysellik göstermektedir. Bir kavramın öğrenilmesinde bireyin özellikle kendi oluşturduğu bilişsel sürecini yine kendi oluşturduğu zihinsel modellerle ifade etmesi kavram yanılgılarının belirlenmesi açısından önemlidir. Zihinsel modeller Güneş, Gülçiçek ve Bağcı (2004)'ya göre, bireyler tarafından bilişsel süreçlerin sonucunda üretilen kişisel olan zihinsel temsillerdir. Zihinsel modeller bilişsel süreç aktiviteleri ile ilişkilidir (Norman, 1983; Ünal & Ergin, 2006). Kişinin bilişsel yapısının değişmesi zihinsel modellerinin değişmesine neden olmaktadır. Bilişsel süreçler devamlılık gösterdiği için Norman (1983)'e göre sürekli, doğal sürecinde gelişen ve tamamlanmayan bir yapıya sahiptir. Dolayısıyla sürekli gelişen ve tamamlanamayan bilişsel süreçlerin bireylerin zihinlerinde nasıl şekillendiğini belirleme güçleşir. Bireylerin edindikleri bilginin ya da kavramın zihindeki yapılanması, bilişsel sürecin devamlılığının getirdiği karmaşadan etkilenir. Bireysel farklılıklar içeren bu karmaşanın net bir şekilde ortaya konulması karmaşanın giderilmesi için önemlidir. Bu durumda bireyin herhangi bir bilgi ya da kavramı zihninde nasıl yapılandırdığını belirleyerek eksiklikleri ve yanılgıları giderebilmek için kullanılacak metotlar arasına zihinsel modellemeler girmektedir. Zihinsel modellerin belirlenmesi bireylerin kavramı nasıl şematize ettiği hakkında önemli kanıtlar sağlamaktadır (Greca & Moreira, 2001; Örnek, 2008). Zihinsel modellerin belirlenmesi ve çözümlenmesi için somut yapılara ihtiyaç duyulur (Sarıkaya, Selvi, Doğan & Bora, 2004).

Bireylerin sahip olduğu kavram yanılgılarının belirlenmesinde zihinsel modellerin çözümlenmesi gerekir. Çünkü modelleme süreci zihindeki kuramsal bilginin gelişimiyle doğru orantılı bir şekilde gelişir. Bu bağlamda Justi ve Gilbert (2002), model ile hedef arasında belirtilen ve belirtilmeyen özelliklerin ayırt edilmesi, bir sistemin temsil yoluyla kendine özgü gelişim ve ilişkilerinin tespiti ve basite indirgenmiş temsiller kullanarak tahmin edilebilir fikirler ortaya çıkması şeklinde üç basamaklı olarak model oluşturma ve kuramsal bilginin gelişim sürecini ifade etmişlerdir. Bu durumda kuramsal bilginin gelişimine paralel olarak bireyin zihninde neyi nasıl yapılandırdığı bilinirse oluşan problemin kaynağına odaklanılması kolaylaşır ve problem için daha etkili çözümler oluşturulur. Bu nedenle modeller ve modelleme bilimsel araştırmalarda bilimsel bir kavramın açıklanmasında ve dolayısıyla bilimsel kavramlara ilişkin yanılgıları belirlemede etkili bir potansiyele sahiptir (Clement, 2000; Gilbert, 1995; Gobert, 2000).

Yapılan çalışma mitoz ve mayoz bölünmeye ilişkin kavram yanılgılarının model oluşturma yaklaşımı ile belirlenmesidir. Çalışmanın kavramlarını içeren kalıtım konusu hakkındaki zihinsel modellemelerin bireyler tarafından ortaya konulabileceği Kaptan ve Aslan (2002), Esendemir (2014) tarafından yapılan farklı çalışmalarla belirtilmiştir. Bu çalışmalara ilaveten bireylerin zihinsel modellemeleri ortaya koyarken aynı zamanda kavramlar hakkındaki ön bilgilerini ortaya koydukları Çökelez (2015) ve İyibil, Sağlam Aslan (2010) çalışmalarıyla ifade etmişlerdir. Ayrıca zihinsel modellerin bireylerin kuramsal bilgi eksikliği nedeniyle meydana geldiğini Kurnaz ve Değermenci'nin (2012) yaptıkları çalışmada belirtilmiştir. Bizim çalışma konumuzun paralelinde Méheut (2004), yaptığı çalışmada bireylerin sahip oldukları kuramsal bilginin zihinsel modellerini etkilediğini ve zihinsel modellerin kavram yanılgılarının belirlenmesinde kullanılabilir olacağını ifade etmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada zihinsel modeller ve kavram yanılgılarının belirlenmesi arasında oluşturulan bağdanyola çıkararak mitoz ve mayoz bölünme kavramları ve süreçleriyle ilgili kavram yanılgıları zihinsel modelleme süreci sonucu oluşan modellerin analizi ile belirlenmeye çalışılmıştır.

AMAÇ

Bu çalışmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının mitoz ve mayoz bölünmeye ilişkin kavram yanılgılarının model oluşturma yaklaşımı ile belirlenmesidir.

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Bu çalışmada tanımlayıcı araştırma yöntemlerinden enlemesine tarama yöntemi kullanılmıştır. Enlemesine tarama metodunun kullanılmasındaki amaç bir çalışma grubu üzerinden uzun zamanlı veri toplama işlemi zor olduğundan aynı anda farklı düzeyden değişik grupların incelenmesi ve bulguların bir araya getirilerek farklı düzeylerin özelliklerinin saptanmasıdır (Fraenkel & Wallen, 2003). Araştırmaya toplam 105 Fen Bilgisi öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmada zaman, çaba ve maliyet sınırlamasından dolayı uygun örnekleme yaklaşımı kullanılmıştır.

Tablo 1. Katılımcılara ait tanımlayıcı istatistikler

TANIMLAYICILAR	KATEGORİLER	DEĞERLER
Sınıf	1. ve 2. Sınıf	105
Cinsiyet	Kız	71
	Erkek	34
Mezun Olunan Lise Türü	Akademik Lise	83
	Anadolu Lisesi	11
	Açık Lise	1
	Meslek Lisesi	7
	Özel Lise	2
	Öğretmen Lisesi	1

Verileri Toplama Yöntemi ve Veri Analizi

Araştırma için Mitoz-Mayoz Bölünme ile İlgili Kavram Yanılgılarını Belirleme Envanteri hazırlanmıştır. Envanteri hazırlama sürecinde geçerlilik çalışmaları kapsamında görünüş geçerliliği, uzman görüşü ile sağlanmıştır. Literatürde mitoz ve mayoz bölünme ile ilgili var olan kavram yanılgıları dikkate alındığında, pilot uygulama sonrasında öğrencilerde tespit ettiğimiz kavram yanılgıları ile arasındaki yüksek orandaki benzerlikler sonucu hazırlanan envanterin kapsam geçerliliği açısından yeterli bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Envanter 4 kız, 2 erkekten oluşan 6 Fen Bilgisi öğretmen adayı ile pilot uygulama yapılarak geliştirilmiştir. Envanterin içeriği bölünmeler konusunu işleyen öğretim üyelerinin fikrine başvurularak oluşturulmuştur. Pilot uygulama sonucunda saptanan eksiklikler ile ilgili olarak düzenlemeler yapılmıştır. Bunlar:

1. Bölünme safhalarının çizilmesi için verilen kutuların yerine hücre taslağı oluşturulup çizimlerin bu taslağa yapılması istenmiştir.
2. Yapılan çizimde netliği tam olarak anlaşılmayan 'kromatin iplikçığı' elle çizim yapılarak netleştirilmiştir.
3. Verilen şekil tablosundaki sentromerin boyutu arttırılmıştır.
4. Crossing-over geçirmiş kromozom açıklama ile belirtilmiştir.

Üzerinde yapılan düzenlemeler ile son halini alan envanter 105 kişiden oluşan (71 kız, 34 erkek), 1. ve 2. sınıf fen bilgisi öğretmen adayına uygulanarak elde edilen veriler iki uzman tarafından yanılğı durumlarına göre analiz edilmiştir. Araştırmanın model verileri, iki araştırmacı tarafından paralel olarak değerlendirilmiştir. İki araştırmacı arasındaki uyum %86.44 olarak bulunmuştur. Çalışmada kullanılan envanter Ek-1' de verilmiştir.

BULGULAR

Mitoz-Mayoz Bölünme ile İlgili Kavram Yanılgılarını Belirleme Envanteri ile öğrenciler (105 kişi) mitoz ve mayoz sürecini çizim ve açıklamalarla modellemişlerdir. Yapılan modellemeler doğrultusunda belirlenen kavram yanılgıları genel olarak; kromozom, kromatit, kromatin iplikçığı, sentrozom, çekirdek, bölünme sonucunda oluşan hücrelerin sayısı, kromozom sayısı, bölünme sürecine ilişkin olarak evrelerde gerçekleşen olayların sırasının bilinmesine rağmen hangi evrede

hangi olayların gerçekleştiği, tetrat yapısı, crossing-over olayı ve kalıtsal çeşitlilik kavramlarıyla ilgilidir. Çalışmanın bulguları önceki çalışmaların bulgularını desteklemektedir (Atılboz & Gökben, 2004; Atılboz, 2007; Aydın & Balım, 2013; Bahar, Johnstone & Hansell, 1999; Tekkaya, Özkan & Sungur, 2001; Williams, Debarger, Montgomery, Zhou & Tate, 2011).

Çalışmanın verileri fen bilgisi öğretmen adaylarının mitoz-mayoz bölünmeye ilişkin kavram yanılgılarının olduğu gözlenmiştir. Bu yanılgılar başlıca iki grup altında toplanmıştır (süreçlere ve evrelere ilişkin yanılgılar) ve belirli kategorilere ayrılarak Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Mayoz ve mitoz bölünme süreçlerine ilişkin kavram yanılgılarına ait frekanslar

KATEGORİLER	MİTOZ	MAYOZ
Hücre Sayısı	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bölünme sonunda 4 hücre oluşur (f=4). ➤ Bölünme sonunda tek hücre oluşur (f=3). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bölünme sonunda birbirinin aynısı iki hücre oluşur (f=6). ➤ Bölünme sonunda 8 yeni hücre oluşur (f=1). ➤ Bölünme sonunda 16 hücre oluşur (f=1). ➤ Bölünme sonunda tek hücre oluşur (f=1). ➤ Tek hücre içerisinde çift hücre bölünür (f=1).
Kromozom Sayısı Değişimi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kromozom sayısı yarıya iner (f=12). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bölünme sonunda kromozom sayısı değişmez (f=9).
Sentrozom Kavramına İlişkin	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sentrozom gözlenmez (f=6). ➤ Sentromer, Çekirdekçik gibi farklı yapılar sentrozomun görevini üstlenir (f=5). ➤ Sentriyoller, sentrozomlardan ayrılarak kromatitleri oluşturur (f=1). ➤ Kromozomları oluşturan yapı sentrozomdur (f=1). ➤ Sentrozomun kutuplara çekilir (f=1). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kromatin iplikçikleri, sentrozomun görevini üstlenir, iğ iplikleri ona bağlanır (f=1).
Genetik Yapılar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İğ ipliği kısalıp kalınlaşarak kromozomları oluşturur (f=3). ➤ Sentriyoller iğ ipliği oluşumunda görev alır (f=7). ➤ Kromatitler kısalıp kalınlaşarak kromozomları oluşturur (f=4). ➤ Sentromer, kromozomun görevini üstlenir (f=1). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kromozomların yapısında iğ ipliği bulunur (f=2). ➤ Sentriyoller iğ ipliği oluşumunda görev alır (f=3). ➤ Kromatin iplikçığı sentrozomun görevini üstlenmiştir (f=3). ➤ Sentromer, Kromatit olarak düşünülüyor (f=1).

Tablo 2 incelendiğinde öğretmen adaylarının özellikle sentrozom kavramına yönelik dikkat çekici boyutta olan yanılgılara sahip oldukları görülmektedir. Elde edilen dikkat çekici bir diğer bulgu ise öğretmen adaylarının genetik yapılar hakkında sahip oldukları yanılgılardır. Çalışmada elde edilen bir diğer yanılı durumu da mitoz ve mayoz bölünmenin evrelerine dair öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarıdır. Bu yanılgılara sahip olan öğrencilerin frekansları Tablo 3’te verilmiştir.

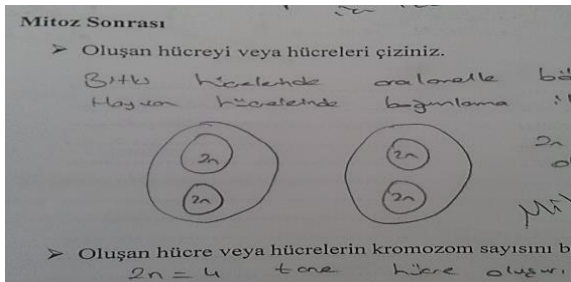
Tablo 3. Mitoz-mayoz bölünme evrelerine ilişkin kavram yanlışları frekansları

KATEGORİLER	MİTOZ	MAYOZ
Bölünme Geçirmeyen Hücre	➤ Hücre sürekli bölünme halindedir (f=13).	➤ Hücre sürekli bölünme halindedir (f=3).
İnterfaz Evresi	➤ İnterfaz evresi sadece mitoz bölünmede görülür (f=1).	
Profaz Evresi	➤ Hücrenin bölünmeye hazırlandığı evredir (f=3).	➤ DNA'nın kendini eşlemesi Profaz I evresinde görülür (f=4).
Metafaz Evresi	➤ Metafaz evresinde hücre zarı görülür (f=5). ➤ Metafaz evresinde kromatit çiftleri kutuplara doğru hareket ederler (f=3).	➤ Metafaz II de homolog kromozomlar karşılıklı olarak dizilirler (f=2).
Anafaz Evresi	➤ Anafaz evresinde kromozomlar kutuplara taşınır (f=13).	➤ Mayozun Anafaz-I evresinde kardeş kromatitler kutuplara ayrılır (f=5).
Telofaz Evresi	➤ Telofaz evresinde kromozomlar ekvatorial düzleme dizilirler (f=2).	➤ Mayozun Telofaz-I evresinde sentrozomlar iç içliklerini oluştururlar (f=2).
Tetrad/Krossing-over, Kalıtsal ve Çeşitlilik	➤ Mitoz bölünme kalıtsal çeşitliliği sağlar (f=2). ➤ Tetrad oluşumu mitoz bölünmede görülür (f=1).	➤ Krossing-over olayı Profaz-I dışındaki evrelerde gerçekleşir (f=7). ➤ Tetrad oluşumu bir evredir (f=1). ➤ Krossing-over olayı gözlenmez (f=11). ➤ Tetrad oluşumu gözlenmez (f=7). ➤ Mayoz bölünme kalıtsal çeşitliliği sağlamaz (f=1).

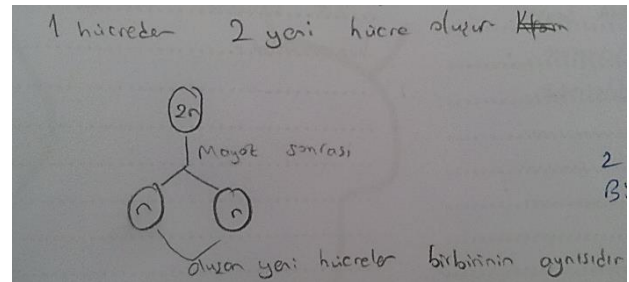
Tablo 3 incelendiğinde öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanlışları mayoz konusunda ve evrelerde gerçekleşen olaylar hakkında yoğunlaşmaktadır. Öğretmen adaylarının özellikle de mayozdaki süreçler hakkında (krossing-over, tetrad oluşumu) kavram yanlışlarına sahip olduğu elde edilen dikkat çekici bulgudur. Bir sonraki bölümde öğretmen adaylarının örnek çizimleri sunulmaktadır.

Öğretmen adaylarının yaptıkları örnek çizimler

Bu başlık altında öğretmen adaylarının çizimlerinde belirlenen yanlışlar sunulacaktır. Hücre sayıları ile ilgili kavram yanlışlarına ilişkin örnek çizim şekil 1' de sunulmaktadır.



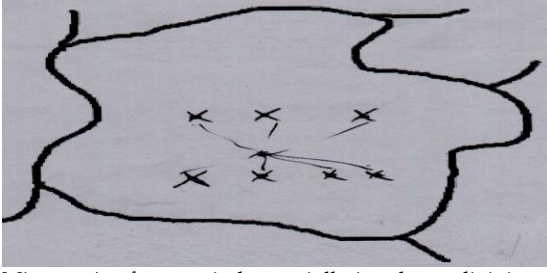
Mitoz bölünme sonrası oluşan hücre sayısını 4 kabul eden çizim (ÖA-5)



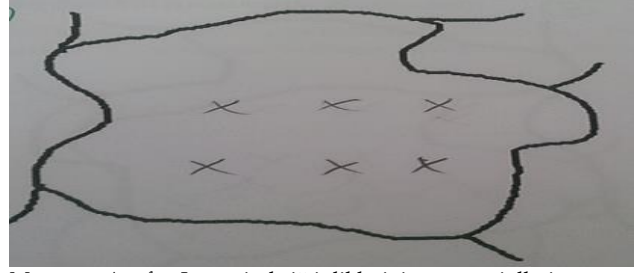
Mayoz bölünme sonrası oluşan hücre sayısını 2 ve hücrelerin birbirinin aynısı olduğunu kabul eden çizim (ÖA-40)

Şekil-1. Mitoz ve mayoz süreci sonunda oluşan hücre sayısı

Şekil 1'de öğretmen adaylarının Mitoz ve Mayoz süreci sonucu oluşan hücre sayısı hakkında kavram yanlışına sahip olduğu görülmektedir. Sürecin birbirine karıştırıldığı gözlemlenmektedir.



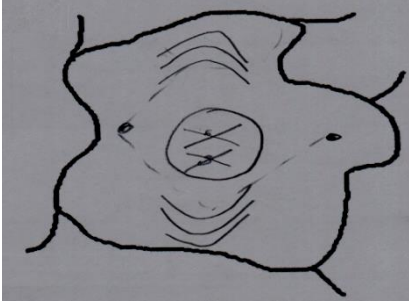
Mitozun Anafaz evresinde sentriollerin eşlenmediğini ve merkezde bulunduğunu kabul eden çizim (ÖA-5)



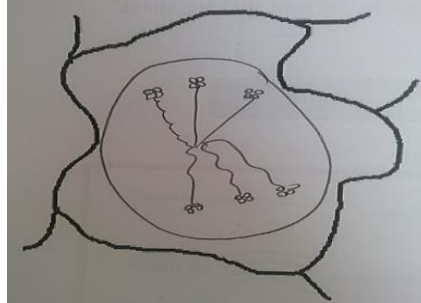
Mayozun Anafaz-I evresinde iç ipliklerinin ve sentriollerin bulunmadığını kabul eden çizim (ÖA-5)

Şekil- 2. Mayoz ve mitoz bölünmenin anafaz evrelerine ait çizimler

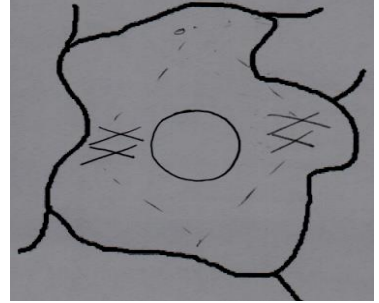
Şekil 2 incelendiğinde öğretmen adaylarının sentrioller ve görevleri hakkında ve iç iplikleri konusunda yeterli bir kavramsal anlayışa sahip olmadıkları görülmüştür. Şekil 3'de ise metafaz evresine ilişkin yanılgılar sunulmaktadır.



(ÖA-43)



(ÖA-19)

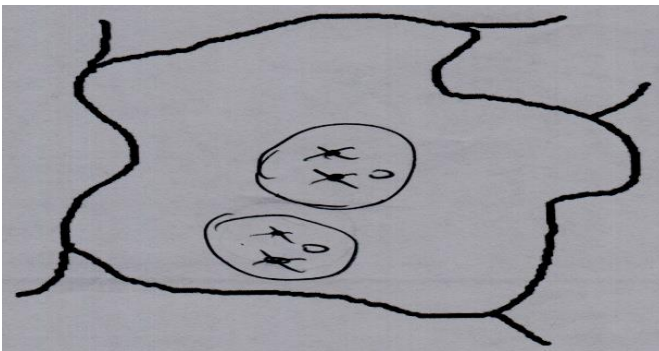


(ÖA-4)

Mitozun Metafaz evresinde çekirdek zarının kaybolmadığını ve kromozomların nerede olduğuna karar verilemeyen çizimler

Şekil- 3. Mitoz bölünmenin metafaz evresine ait çizimler

Şekil 3 incelendiğinde öğretmen adaylarının çekirdeğin kaybolması ve kromozomların yeri hakkında kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmüştür. Öğretmen adayları mitoz bölünme sürecinde çekirdeğin kaybolmadığını düşünmüş ve kromozomların çekirdeğin dışındaki bir yapı olduğunu çizimlerinde göstererek var olan kavram yanılgılarını göstermiştir. Şekil 4 ise bölünme sonucu oluşan hücrenin yapısıyla ilgili bir yanılgıyı sunmaktadır.



Bir hücrenin içerisinde iki çekirdek var olduğunu kabul eden çizim (ÖA-15)

Şekil- 4. Mitoz bölünme sonucu oluşan hücrelere ait çizimler

Şekil 4'te öğretmen adayının mitoz bölünmenin sonunda hücrenin içinde iki çekirdek olduğunu göstererek; bölünmenin sadece çekirdekte olduğunu sitoplazmada olmadığını, aynı zamanda kromozomların çekirdekteki yapısını koruduğunu göstererek sahip olduğu kavram yanılgıları hakkında ipuçları vermiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının mitoz ve mayoz bölünme konusundaki kavram yanlışları, modelleme yoluyla üretilen çizimler ve açıklamaların analizi ile incelenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda öğretmen adaylarının özellikle sahip olduğu kavram yanlışları; kromozom, kromatit, kromatin iplikçığı, sentrozom, sentriyol ve çekirdek kavramları etrafında toplanmaktadır. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının mitoz ve mayoz bölünme konusunda kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının mayoz ve mitoz bölünme konusundaki kavram yanlışları daha çok genetik yapılar ile ilgili kavramlar üzerine yoğunlaşmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda (Alparşlan, Tekkaya & Geban, 2003; Atılboz & Gökben, 2004; Atılboz, 2007; Amir & Tamir, 1994; Aydın & Balım, 2013; Bahar, Johnstone & Hansell, 1999; Dikmenli, 2010; Mann & Treagust, 2010; Odom, 1995; Tekkaya, Özkan & Sungur, 2001; Williams, Debarger, Montgomery, Zhou & Tate, 2011) öğrencilerin benzer yanlışlara sahip oldukları görülmüştür. Dahası öğretmen adaylarında da benzer yanlışların olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Çakır & Crawford, 2001; Çapa & Yılmaz, 2000; Tekkaya, Yakışan, Selvi & Yürük, 2007). Daha önceden belirlenen kavram yanlışları ile aynı doğrultuda çıkan yanlışlar zihinsel modelleme sürecinin kavram yanlışlarını belirlemedeki işlevselliğini göstermektedir.

Çalışmadan elde edilen dikkat çekici bir başka bulgu ise öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları arasında mitoz ve mayoz bölünme sonucu oluşan hücre sayısı ve oluşan yeni hücrelerin sahip olduğu kromozom sayılarına ait bir takım kavram yanlışlarının bulunmasıdır. Öğrencilerin bölünme sürecinde görevli olan sentrozom hakkında ciddi boyutta yanlışlarının bulunduğu sentrozomun görevinin ne olduğunu tam olarak anlamlandıramadıkları gözlenmiştir. Elde edilen bir başka bulgu ise öğretmen adaylarının çoğunun, evrelerde gerçekleşen olayları genel çerçevede bildiği ancak olayların hangi evrede gerçekleştiği ile ilgili özellikle tetrat yapısı ve crossing-over olayı ile ilgili ciddi yanlışlarının olduğu gözlenmektedir. Literatürde süreç ile ilgili bildirilen bazı yanlışlar şunlardır: '1. Anafazda kromozomlar ekvator da dizilir. 2. Mitoz metafazında homolog kromozom çiftleri ekvator da dizilir. 3. Mitoz bölünmenin Profaz safhasındaki hücre ile yavru hücrenin kromozom yapısı aynıdır. 4. Kromozomun yapısında iğ ipliği bulunur. 5. Mitoz bölünmede, DNA replikasyonu, Profaz safhasında görülür. 6. Kardeş kromatitler sadece mayoz bölünmede ayrılırlar. 7. Telofazda homolog kromozomlar kutuplara çekilir. (Atılboz & Gökben, 2004; Emre & Bahşi, 2006; Mann ve Treagust, 2010). Çalışmamızın paralelinde elde edilen bulgular çalışmamızın sonuçlarını doğrular niteliktedir. Ancak zihinsel modellemelerle belirlenmesi bireyin sözel ifade edemediği durumları farklı yollarla anlatma olanağı sağlamıştır. Bu da çalışmada bireylerin ifade edemedikleri ancak sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesine imkân tanımıştır. Verilerden elde edilen bir başka bulgu ise kalıtsal çeşitlilik ve mayoz arasındaki bağın kurulamadığıdır. Bireylerin mayoz ve mitoz sürecine ve süreçte yer alan kavramlara ait kavram yanlışları kavramlar arasındaki ilişkinin kurulamamasına sebep olmaktadır.

Kavram yanlışlarının belirlenmesi sürecinde araştırmacıların izleyeceği yollar bireylerin zihninde neyi nasıl yapılandığı en açık şekilde ortaya koymayı amaçlar. Yani kavram yanlışlarını belirlerken araştırmacıların amacı yanlışlara en doğru şekilde ulaşabilmektir. Bu nedenle de farklı yollar izlenerek elde edilen veriler ışığında yanlışlar belirlenir (Atılboz, 2007; Lanie vd., 2004; Lewis & Kattmann, 2004). Çalışmamızda kavram yanlışları bireysel olarak zihinlerinde yapılandıkları modellemelerle belirlendiğinden daha derin ve daha zengin veri kaynağı oluşturulmuştur. Zihinsel modellerin ortaya konulması zor fakat birden çok farklı yolu vardır. Bu modeller defterler, diyagramlar ve yayınlanan çalışmalar, bilimsel malzeme ve prototipler, mülakatlardan elde edilen verilerden sağlanabilir (Franco & Colinvau, 2000). Çalışmamızda literatürden farklı olarak, öğrencilerin mitoz ve mayoz süreçleriyle ilgili olan zihinsel modellerini şekillerle belirlenmeye çalışıldı. Çünkü öğrencilerin zihinsel modellemeleri bireysel olacağından çizimlerde bireysellik sağlanmaktadır. Bireysel bu süreçler, öğretmen adaylarının şekillerle ve sözel açıklamaları ile zihinsel modellerini ortaya koyarken aynı zamanda sahip oldukları kavram yanlışlarını da ortaya koymaktadır.

Her ne kadar çalışma bulguları zihinsel modellemeler ve sözel ifadelerle zengin bir veri seti sağlasa da araştırmadaki katılımcı sayısının 105 ile sınırlı olması, veri toplama sürecinde sadece bir envanterin kullanılması ve iki araştırmacının analiz sürecine güvenilmesi, sadece mitoz ve mayoz bölünme konularına odaklanması sınırlılık oluşturmaktadır. Bu sınırlılıkların giderilmesi için sonraki çalışmalarda katılımcı sayısı artırılmalı, ele alınan konular genişletilip, derinleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Alparşlan, C., Tekkaya C., & Geban, Ö. (2003). Using the conceptual change instruction to improve learning. *Journal of Biological Education*, 37(3), 133-137.
- Amir, R., & Tamir, P. (1994). In-depth analysis of misconceptions as a basis for developing research-based remedial instruction: The case of photosynthesis. *The American Biology Teacher*, 56, 94-100.
- Atilboz, G. (2007). Öğrenme halkası modelinin biyoloji öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz konularını öğrenmeleri, biyoloji öğretimine yönelik öz yeterlik inançları ve tutumları üzerine etkileri. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Atilboz, G., & Gökben, N. (2004). Lise 1. sınıf öğrencilerinin mitoz ve mayoz bölünme konuları ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanılgıları. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 24(3), 147-157.
- Aydın, G., & Balım, G. A. (2013). Öğrencilerin 'Hücre Bölünmesi ve Kalıtım' konularına ilişkin kavram yanılgıları. *Journal of Research in Education and Teaching*. 2(1), 338-348.
- Aydın, Ö., & Özkara, D. (2011). Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin atmosferde meydana gelen doğal elektriklenme konusundaki kavram yanılgıları ve bilgi eksikliklerinin belirlenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(6), 11-20.
- Akgün, A., Gönen, S., & Yılmaz, A. (2005). Fen bilgisi öğretmen adaylarının karışımların yapısı ve iletkenliği konusundaki kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 1-8.
- Avcı Erduran, D., Kara, İ., & Karaca, D. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının iş konusundaki kavram yanılgıları, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(1), 27-39
- Banet, E., & Ayuso, E. (2000). Teaching genetics at secondary school: A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education*, 84, 313-351.
- Bahar, M., Johnstone, A. H., & Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86.
- Buckley, B. C., & Boulter, C. J. (2000). Investigating the role of representations and expressed models in building mental models, *Developing models in science education*, Kluwer Academic Publishers, England.
- Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1041-1053.
- Franco, C., & Colinvaux, D. (2000). Grasping mental models. In Gilbert, J. K., & Boulter, C. J., *Developing Models in Science Education*, 93-118, Kluwer, London.
- Cakir, M., & Crawford, B. (2001, January). *Prospective biology teachers' understanding of genetics concepts*. Paper presented at the Annual Meeting of the Association for the Education of Teachers in Science, Costa Mesa, CA. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED463956.pdf>
- Çalik, M., Kolomuç, A., & Karagölge Z. (2010). The effect of conceptual change pedagogy on students' conceptions of rate of reaction. *Journal Science Education Technology*, 19, 422-433.

- Çelikten, O., İpekçioğlu, S., Ertepinar, H., & Geban, Ö. (2012). The effect of the conceptual change oriented instruction through cooperative learning on 4th grade students' understanding earth and sky concepts. *Science Education International*, 23, 84-96.
- Çökelez, A. (2015). Fen eğitiminde model ve modelleme, öğretmenler, öğretmen adayları ve öğrenciler: Alanyazın taraması. *Turkish Studies*, 10(15), 255-272.
- Dikmenli, M. (2010). Biology students' conceptual structures regarding global warming. *Energy Education Science and Technology*, 2(1), 21-30.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 30, 1241-1257.
- Emre, İ., & Bahşi, M. (2006). Fen bilgisi öğretmen adaylarının hücre bölünmesiyle ilgili kavram yanılgıları. *Doğu Anadolu Bölge Araştırmaları (DAUM)*, 4(3), 70-73.
- Esendemir, G. (2014). Effect of physical modeling and computer animation implemented with social constructivist instruction on understanding of human reproductive system. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, ODTÜ, Ankara.
- Franke, G., & Bogner, F. X. (2010). Conceptual change in students' molecular biology education: Tilting at windmills? *The Journal of Education Research*, 104, 7-18.
- Fraenkel, J.R., & Wallen, N.E. (2003). *How to design and evaluate research in education (5th Ed.)*. New York: Mcgraw-Hill Publishing.
- Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (1998). Learning science through models and modelling. *International handbook of science education*, 2, 53-66.
- Gilbert, J. (1995). The role of models and modelling in some narratives in science learning. *Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*. San Francisco, CA, USA.
- Gobert, J. (2000). A typology of models for plate tectonics: Inferential power and barriers to understanding. *International Journal of Science Education*, 22, 937-977.
- Gönen, S., & Akgün, A., (2005). Isı ve sıcaklık kavramları arasındaki ilişki ile ilgili olarak geliştirilen çalışma yaprağının uygulanabilirliğinin incelenmesi, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(11), 92-106.
- Greca, I.M., & Moreira, M.A. (2000). Mental models, conceptual models, and modeling. *International Journal of Science*, 22(1), 1-11.
- Greca, I.M., & Moreira, M.A., (2001). Mental, physical, and mathematical models in the teaching and learning of physics. *Science Education*, 86(1), 106-121. Doi10.1002/sce.10013.
- Güneş, B., Gülççek, Ç., & Bağcı, N., (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(2), 35-48.
- Güneş, B. (2007). *Fizikteki kavram yanılgıları*, 07. 06. 2013 tarihinde <http://www.bilalgunes.com/> adresinden alınmıştır.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science model. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- İyibil, Ü., & Sağlam Arslan, A. (2010). Fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 4(2), 25-46.

- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002) Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369–387.
- Kaptan, F. (1999). *Fen bilgisi öğretimi*. Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.
- Kaptan, S., & Aslan, B. (2002). Fen öğretiminde soru-cevap tekniği ile analogi tekniğinin karşılaştırılması. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 16-18 Eylül 2002, ODTÜ, Ankara.
- Kibuka-Sebitosi, E. (2007). Understanding genetics and inheritance in rural schools. *Journal of Biological Education*, 41(2), 56–61.
- Kikas, E. (2004). Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 434–448.
- Koray, Ö., & Bal, Ş. (2002). Fen öğretiminde kavram yanılgıları ve kavramsal değişim stratejisi. *G.Ü. Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10, 83–90.
- Kurnaz, M. A., & Değermenci, A. (2012). 7.sınıf öğrencilerinin güneş, dünya ve ay ile ilgili zihinsel modelleri. *İlköğretim Online*, 11(1), 137-150.
- Lanie, A. D., Jayaratne, T. E., Sheldon, J. P., Kardina, S. L. R., Anderson, E. S., Feldbaum, M., & Petty, E. M. (2004). Exploring the public understanding of basic genetics concepts. *Journal of Genetic Counseling*, 13(4), DOI 10.1007/s10897-015-9883-z.
- Lewis, J., & Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: re-visiting student' understandings of genetics. *International Journal of Science Education*, 26(2), 195–206.
- Mann M., & Treagust D. F. (2010). Students' conceptions about energy and the human body. *Science Education International*, 21(3), 144-159.
- MEB. (2013). *3-8. sınıflar fen bilimleri dersi öğretim programı*. MEB yayınları, Ankara.
- Méheut, M. (2004). Designing and validating two teaching-learning sequences about particle models. *International Journal of Science Education*, 26(5), 605-618.
- Norman, D. A. (1983). Some observations on mental models. *Mental Models*, 7(112), 7-14.
- Odom A. L. (1995). Secondary and college biology students' misconceptions about diffusion and osmosis. *The American Biology Teacher*, 57, 409-415.
- Örnek, F. (2008). Models in science education: Applications of models in learning and teaching science. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(2), 35 - 45.
- Sever, R., Mazman Budak, F., & Yalçınkaya, E. (2009). Coğrafya eğitiminde kavram haritalarının önemi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(2), 19-32
- Sarıkaya, R., Selvi, M., & Doğan Bora, N. (2004). Mitoz ve mayoz bölünme konularının öğretiminde model kullanımının önemi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(1), 85-88.
- Sinan, O., Yıldırım, O., Kocakulah, M.S., & Aydın, H. (2006) Fen bilgisi öğretmen adaylarının proteinler, enzimler ve protein sentezi ile ilgili kavram yanılgıları. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(1), 1-16.
- Sinan, O. (2009). Öğretmen adaylarının kimya ve biyoloji derslerinde kullanılan bazı ortak kavramları tanımlamalarındaki farklılıklar. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 3(2), 1-21.

- Riche, R. D. (2000). *Strategies for assisting students overcome their misconceptions in high school physics*. Memorial University of Newfoundland Education.
- Rutledge, M. L., & Mitchell, M. A. (2002). High school biology teachers' knowledge structure, acceptance and teaching of evolution. *The American Biology Teacher*, 64, 21-28.
- Tekkaya, C., Çapa, Y., & Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 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.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Yağbasan, R., & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 110-128.
- Yakışan, M., Selvi, M., & Yürük, N. (2007). Biyoloji öğretmen adaylarının tohumlu bitkiler hakkındaki alternatif kavramları. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 4(1), 60-79.
- 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).
- Yip, D. Y. (1998). Teachers' misconceptions of the circulatory system. *Journal of Biological Education*, 32(3), 207-216.
- Ünal, G., & Ergin, Ö. (2006). Fen eğitimi ve modeller. *Milli Eğitim Dergisi*, 171, 188-196.
- 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 cell division. *Science Education*, 96, 78-103.

Determining Misconceptions of Prospective Science Teachers by Using Modeling Approach as A Data Collection Way

İclal ALKANⁱⁱⁱⁱ, Gamze AKKAYA^v, Mustafa Serdar KÖKSAL^{vi}

Summary

The purpose of this study is to determine misconceptions of prospective science teachers by using model construction as a data collection way. Mitosis and meiosis are among the hardest concepts to understand, since their abstract and complicated nature prevents the students understanding basic concepts and processes. Not just students, prospective science teachers also have misconceptions about mitosis and meiosis concepts. This situation makes the problem worse than expected since prospective teachers are the potential barriers to prevent misconceptions of the students. Also science teaching is mostly planned and executed by the science teachers having insufficient background about mitosis and meiosis concepts. Hence making the program of science teacher education effective in terms of misconceptions, we have to be aware of their misconceptions by determining their misconceptions about mitosis and meiosis concepts. The methods used in determining misconceptions about meiosis and mitosis concepts, and their processes have particular importance in terms of planning the teaching based on evidence. Many different ways can be used to determine misconceptions. However effectiveness of the way you use depends on its association of cognitive processes such as mental models regarding the misconceptions. The studies (Duit, 1991; Gilbert & Boulter 1998; Çalık, Kolomuç&Karagölge 2010; Franke & Bogner, 2010; Çelikten, İpekçioğlu, Ertepinar&Geban, 2012) focusing on determining misconceptions followed traditional ways. Generally misconceptions are determined by structured interviews with open-ended questions (Lanie et al, 2004), problem-centered interviews(Lewis and Kattmann,2004) , open-ended questions (Atılboz,2007), analyzing the concept map.(Kibuka-Sebitosi, 2007). These ways are associated with different cognitive processes and they are related to final products of cognitive processes, however there is a need to see products (mental models) of cognitive processes by providing construction activities.

As a non-traditional way, adding the process of modeling to data collection on misconceptions has a significant potential in determining misconceptions. Since its association with deep cognitive processes has a merit to collect data about misconceptions in detail. Hence the purpose of this study is to determine misconceptions of prospective science teachers by using model construction as a data collection way.

In this research, convenient sampling approach was used due to the effort and cost limitations. 105 freshman and sophomore prospective science teachers participated in the study. The data was analyzed by two independent researchers. During the analysis, the researchers listed misconceptions in drawings and explanations of the participants about meiosis and mitosis. The agreement between them was found 86.44%.

The study was designed as a cross-sectional descriptive research and “Inventory of Misconceptions about Mitosis and Meiosis” was used as data collection instrument. Inventory was developed through pilot application on six prospective science teachers that consisted of four girls and two boys. The findings showed that prospective teachers had misconceptions about number of cells after the division, number of chromosomes after the division, crossing-over, and production of tetrads, genetic

ⁱⁱⁱⁱ İnönü Üniversitesi, alkaniclal@gmail.com

^v İnönü Üniversitesi, gamzeb.gb@gmail.com

^{vi} Hacettepe Üniversitesi, bioeducator@gmail.com

variety, chromosomes, chromatids, chromatins, centrosome, centriole and nucleus. The findings of this study supported the findings of previous studies (Bahar, Johnstone & Hansell, 1999; Tekkaya, Özkan & Sungur, 2001; Atılboz & Gökben, 2004; Atılboz, 2007; Williams, Debarger, Montgomery, Zhou & Tate, 2011; Aydın & Balım, 2013). Especially, the misconceptions seen in mitosis and meiosis processes showed that the participants couldn't understand the processes.

The process of determining mental models used to identify students' misconceptions revealed deeper and richer data sources. Mental models are cognitive representations that are used to identify and describe misconceptions. Mental models are used in the creation of new knowledge (Vosniadou & Brewer, 1992). By their characteristics on creating new knowledge, mental models help in explaining implicit knowledge structures of individuals in addition to explaining directly observable knowledge structures about misconceptions (Franco & Colinvaux, 2000). Therefore, it can be said that mental models and modeling might be useful for the detection of misconceptions. In this study the researchers using modeling approach took the advantage of collecting data on both cognitive and verbal representation of misconceptions at the same time and collecting data in detail.

Keywords: *Misconceptions, Prospective Science Teachers, Mitosis, Meiosis*

EKLER

EK-1

Mitoz-Mayoz Bölünme ile İlgili Kavram Yanılgılarını Belirleme Envanteri

Katılımcının,

Adı-Soyadı:

Sınıfı:

Cinsiyeti:

Mezun Olduğu Lise Türü:

Aşağıda yer alan hücre taslağının() içerisine, 'kromozom sayısını dikkate alarak' belirtilen şekilleri çiziniz.

Katılımcının,

Adı-Soyadı:

Sınıfı:

Cinsiyeti:

Mezun Olduğu Lise Türü:

Aşağıda yer alan hücre taslağının() içerisine, 'kromozom sayısını dikkate alarak' belirtilen şekilleri çiziniz.

MİTOZ BÖLÜNME

NOT: $2n=4$ 'tür.

Mitoz Öncesi (Bölünme geçirmeyen hücre)

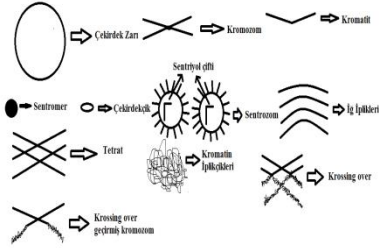


.....
.....
.....
.....
.....

Diğer evrelerin de benzer şekilde çizilmesi istenmiştir.

MAYOZ BÖLÜNME

NOT: $2n=4$ 'tür.



Mayoz Öncesi (Bölünme geçirmeyen hücre)



.....
.....
.....
.....
.....

Diğer evrelerin de benzer şekilde çizilmesi istenmiştir.