

## Mayoz Bölünme Konusunun Öğretiminde Modellerle Zenginleştirilmiş Laboratuvar Ortamının Akademik Başarıya Etkisi\*

Meliha Aksakal\*\*, Ayla Karataş\*\*\*, Canan Laçın-Şimşek\*\*\*\*

### Öz

Bu çalışmada, mayoz bölünme konusunun öğretilmesinde çağdaş öğretim yöntemlerinden biri olan modelle öğretim yönteminin akademik başarıya olan etkisini tespit etmek amaçlanmıştır. Çalışmada karma desen kullanılmıştır. Öğrencilerin başarı seviyeleri araştırmacı tarafından geliştirilen başarı testi, çalışma hakkındaki görüşleri ise görüşme tekniği ile toplanmıştır. Çalışmadaki uygulamalar, 2010-2011 eğitim öğretim yılı içerisinde Kocaeli Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 2.sınıfta öğrenim gören 47 öğretmen adayıyla "Genel Biyoloji Laboratuvarı-I" dersinde gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubuna düz anlatım yöntemine ek olarak hazır mayoz bölünme preperatları incelenmiş, deney grubuna ise kontrol grubundaki uygulamalara ek, modeller kullanılarak ders işlenmiş ve öğretmen adaylarından kendi modellerini üretmeleri istenmiştir. Sontest sonuçları, mayoz bölünme konusunun öğretiminde model kullanımının öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada daha etkili olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Sözcükler:** *Mayoz Bölünme, Modelle Öğretim, Fen Bilgisi Öğretmen Adayları, Fen ve Teknoloji Öğretimi.*

## The Effect Of A Laboratory Environment Enriched With Models On Academic Success Within The Scope Of Teaching The Subject Of Meiosis

### Abstract

This study aims at exploring the effect of models, a contemporary method, in teaching and learning of meiosis division. Mixed method was used in this research. The data about their level achievement were collected through an achievement test developed by the researchers and also their opinions about this study were collected interviewing technique. The research was conducted with 47 samples that were 2nd. grade students of science and technology teaching department at "Biology Laboratory-I" course. Control group was examined slides under the microscope and taught by lecture method. Experimental group was taught by using models in addition to examining slides under the microscope and was also asked to produce their model. The results showed that teaching meiosis division using models is significantly more effective on students success in post test.

**Keywords:** *Meiosis Division, Model-Teaching Method, Preservice Teachers of Science and Technology, Science and Technology Education.*

\*Bu çalışma, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde tamamlanan aynı isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

\*\*Öğretmen, Şenyurt Musa Gündeş Orta Okulu, Tortum, Erzurum. e-posta: aksakal.meliha@gmail.com

\*\*\*Yrd. Doç. Dr., Kocaeli Üniversitesi Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı, Kocaeli.

\*\*\*\*Yrd. Doç. Dr., Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı, Hendek, Sakarya. e-posta: csimsek@sakarya.edu.tr

## Giriş

Bilim ve teknoloji hızlı bir değişim ve gelişim içindedir. Değişim ve gelişime paralel olarak bu alanda hızlı bir bilgi birikimi oluşmaktadır. Bilgi birikimi arttıkça, insanın kendisi ve çevresini tanıma çabası da artarak devam etmektedir. İnsanoğlu merak ettiği bilgiye fen bilimleri ve onun alt dalları sayesinde ulaşabilmektedir.

Hayatımızda önemli değişikliklerin gerçekleşmesini sağlayan fen bilimlerinin, alt dalları arasında en ilgi çekenlerinden biri biyolojidir. Son yüzyılda hızla ortaya çıkan çevre sorunları, biyolojik ıslah yöntemleri, tıp alanındaki gelişmeler biyolojiye verilen önemi daha da arttırmaktadır (Doğan ve Ay, 2010). Biyoloji bilimi, diğer bilim dallarındaki gelişmelerle bir araya gelerek yenilenmekte ve toplumların yaşam kalitesini yükseltmeye devam etmektedir. Hayatımızın her alanında gerekli olan bu bilgilerin kazanılmasına ise formal olarak ilköğretim kurumlarında başlanmaktadır.

İlköğretimde biyoloji konularına, fen ve teknoloji dersi içinde yer verilmektedir. Ancak, biyoloji konuları içerisinde soyut nitelikte kavramların varlığı, konuların anlaşılmasını zorlaştırmakta, bazı yanlışlıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Köse ve Uşak'ın yaptıkları çalışmada (2006), öğretmen adaylarının "fotosentez" konusunda, Çimer'in (2012) çalışmasında öğrencilerin, madde döngüsü, endokrin sistem ve hormonlar konularında zorluk çektikleri ortaya çıkmıştır. Yapılan araştırmalarda, özellikle hücre bölünmesi konusunun anlaşılmasında sorunlar olduğu tespit edilmiştir. Mitoz ve mayoz bölünme sonucu oluşan hücre sayısı, diploid hücre, haploid hücre, DNA-kromozom-gen, cinsiyet kromozomları, homolog kromozomlar, kardeş kromatit kavramı, mitoz ve mayoz bölünme sırasında gerçekleşen olaylar ile ilgili kavram yanlışlarının olduğu tespit edilmiştir. (Agorram, Selmaoui, Khzami, Chafik ve Chiadli, 2010; Atılboz, 2004; Bahar, Johnstone ve Hansell, 1999; Brown, 1990; Dikmenli, 2010; Dlamini, 1999; Emre ve Bahşi, 2006; Enrique ve Enrique, 2000; Eyidoğan ve Güneysu, 2002; Karataş ve Laçin-Şimşek, 2013; Kılıç, Kurt, Kaya, Ateş ve Korkmaz, 2009; Kibuka-Sebitosi, 2007; Kindfield, 1991; Knipples, Waarlo ve Boersma, 2005; Lewis,

Wood ve Robinson, 2000; Lewis, Leach, Wood ve Robinson, 2000a; Öztap, Özay ve Öztap, 2003; Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000; Tekkaya, Özkan ve Sungur, 2001; Topçu, Şahin ve Pekmez, 2009).

Biyoloji öğretiminde mayoz ve mitoz bölünme konuları büyüme, gelişme, üreme ve genetik konularına temel teşkil etmesi bakımından önemlidir. Ancak mayoz ve mitoz bölünme, mikroskobik düzeyde gerçekleşmesi sebebiyle, öğrencilerin zihinlerinde somut olarak canlandırılmalarında ve bu kavramları yapılandırılmalarında güçlük çekebilecekleri konular arasında yer almaktadır (Clark ve Mathis, 2000). Konunun karmaşıklığının yanında, biyoloji öğretmenleri ve ders kitabı yazarlarının sık sık konuları ayrıntılarına girmeden anlatmaları ve bir konudan diğer konuya geçmeleri öğrencilerin genetiği öğrenmede zorluk çekmelerine neden olmaktadır (Knippels ve ark., 2005). Konuların daha iyi anlaşılması ve hatalı anlamaların oluşmasını engellemek için öğretim uygulamaları süresince model ve materyallerin kullanılması önemlidir (Öztap ve ark., 2003).

Biyoloji konuları modelle öğretimin rahatlıkla yapılabileceği bir alandır. Modelle öğretim sayesinde, öğrencilerin soyut kavramları öğrenme ve hatırlama oranları olumlu yönde artmaktadır. Aynı zamanda mantıklı, tutumlu, genellenebilir ve yararlı anlamlandırmanın oluşmasını sağlayarak hedeflenen başarıya ulaşmayı kolaylaştırmaktadır (Gilbert, Boulter ve Rutherford, 1998).

Literatürde, model kullanımının etkinliğini tespit etmeye yönelik olarak yapılmış çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Mench ve Ruba (1991), protein sentezini anlatmak için modelle anlatıma başvurmuşlar ve modeller aracılığıyla konuyu öğrenen öğrencilerin, protein sentezindeki süreçlerin tanımlanmasında geleneksel yöntemlere göre öğrenen öğrencilere oranla daha detaylı bilgiler verdiklerini belirtmişlerdir. Koçak'ın (2006), ilköğretim 5. sınıf öğrencileriyle "Sindirimi ve Görevli Yapılar", Boşaltım ve Görevli Yapılar" ve "Çiçekli Bitkileri Tanıyalım" konularında yaptığı çalışmasında da,

modelle anlatımın yapılan öğrenci grubunun başarılarında dikkate değer bir şekilde artış görüldüğü tespit edilmiştir. Zeynelgiller'in (2006) çalışmasında; fen ve teknoloji dersi "Maddenin İç Yapısına Yolculuk" ünitesi, "atomun yapısı" konusunun işlenişinde model kullanımının öğrencilerin niteliksel gelişimine etkisi değerlendirilmeye çalışılmış ve çalışma sonunda model kullanılarak işlenen dersin öğrencilerin başarısını arttırmada, geleneksel yöntemden daha etkili olduğu görülmüştür.

Öğretim etkinliklerinin istenen başarıya ulaşabilmesi için bu etkinlikleri planlayıp, etkinliklere uygun öğretim materyallerini üreterek uygulayabilecek öğretmenlere ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde yürütülen araştırmalarda, öğretmen adaylarının biyoloji kavramlarını anlama seviyelerinin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir (Çepni, Özsevgeç, Sayılan, Emre, 2002; Tekkaya ve ark., 2000). Kromozom, gen, kromatit, DNA gibi kavramların; bölünme sonucu oluşan hücrelerdeki kromozom sayılarının ve bölünme evrelerinde gerçekleşen olayların sıralamalarının çok karıştırıldığı ortaya çıkmıştır (Brown, 1990; Dikmenli, 2010; Kılıç ve ark. 2009; Lewis ve ark., 2000; Lewis ve ark., 2000a; Topçu ve ark., 2009). Mayoz bölünme konusunun soyut oluşu bu tür güçlüklerin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Mayoz konusu anlatılırken modelle öğretime başvurulmasının konunun anlaşılmasındaki sıkıntılara bir çözüm olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada, öğretmen adaylarına mayoz konusunun modelle anlatılmasıyla ilgili bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

## Yöntem

Bu araştırmada karma desen kullanılmıştır. Uygulamanın etkililiğinin test edilmesi için yarı deneysel yöntem tercih edilmiştir. Yarı-deneysel yöntem sayesinde, bir çalışmanın katılımcılar üzerinde amaçlanan etkisi olup olmadığı belirlenmektedir. Çalışmanın, nitel kısmı için, görüşme tekniğine başvurulmuştur. Çalışmanın alt problemleri ise;

- Mayoz bölünme konusu ile ilgili olarak deney ve kontrol grupları ön test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

- Mayoz bölünme konusu ile ilgili olarak deney ve kontrol grupları son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Deney grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark var mıdır?
- Kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Modeller kullanarak gerçekleştirilen mayoz bölünme konusunun öğretimi ile ilgili öğretmen adayları görüşleri nelerdir?

## Araştırma Grubu

Araştırma grubunu, 2010-2011 eğitim-öğretim yılında Kocaeli Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı 2. sınıf birinci ve ikinci öğretimde öğrenim gören öğretmen adaylarından kesit alma yöntemi ile seçilen 47 kişi oluşturmaktadır. Gruplar belirlenirken laboratuvar dersleri için dönem başında sınıflar iki yarı gruba ayrıldığından mevcut gruplardan biri deney grubu diğeri kontrol grubu olarak kolay ulaşılabilir örneklem tekniğiyle oluşturulmuştur. Nitel veriler için, deney grubundan gönüllü olan 10 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır.

## Verilerin Toplanması

Çalışmada veri toplama aracı olarak, Aksakal (2012) tarafından geliştirilen, mayoz bölünme konusundaki kavramları içeren başarı testi kullanılmıştır. Test, her biri 5 seçeneikli 24 sorudan oluşan bir ölçme aracıdır. Grupların başarılarının tespiti amacıyla çalışmada ön test ve son test olarak kullanılmıştır. Testin Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 182 öğretmen adayı üzerinde yapılan pilot çalışmadan elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucu 0,777 olarak bulunmuştur.

Uygulama hakkında öğretmen adaylarının görüşlerinin alınması için ise nitel araştırma yöntemlerinden, görüşme tekniğine başvurulmuştur. Modellerle öğretimin öğrenmeye katkısı ile ilgili öğretmen adaylarının düşüncelerinin tespit edilmesi amacıyla çalışmaya başlamadan önce şu sorular sorulmuştur:

- Biyoloji dersinde anlamakta zorluk çektiğin konular hangileridir?
- Mayoz bölünme konusuyla ilgili öğrendiklerinden hangilerini hatırlıyorsun?
- Mayoz bölünme konusunu öğrenirken anlamakta zorlandığın kavramlar hangileridir?
- Mayoz bölünme konusunun daha anlaşılabilir olması için, öğretim sırasında hangi yöntemler uygulanmalıdır?

Araştırma sonunda öğretmen adaylarına sorulan sorular ise şunlardır;

- Yürütülen etkinlikler hakkında düşüncelerin nelerdir?
- Daha önce anlamayıp etkinlikten sonra anladığın kavramlar hangileridir?
- Modeller kullanılarak yapılan öğretimin, mayoz konusunu anlamaya katkısı olduğunu düşünüyor musun?

Deney ve kontrol grubuna uygulama öncesinde başarı testi ön test olarak uygulanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarıyla görüşme yapılmıştır. Kontrol grubunun mikroskopta hazır mayoz bölünme preparatlarını incelemeleri sağlanmış, deney grubuna ise mikroskopta bu preparatları inceledikten sonra araştırmacı tarafından oyun hamurları ve kartonlardan hazırlanan modeller kullanılarak ders anlatılmış, özellikle kavram yanılıgına neden olan; tetrat, sinaps, crossing-over, kardeş kromatit, homolog kromozom gibi kavramların model üzerinde gösterilmesine dikkat edilmiştir. Daha sonra,

öğretmen adaylarına iki haftalık süre verilerek kendi modellerini oluşturmaları istenmiştir. Literatürde modellerle ilgili yapılan çalışmalarda, modellerden sadece konuların anlatım kısmında yararlanıldığı görülmektedir. Ancak bu çalışmada, öğretmen adaylarının kendilerinin de mayoz konusunu anlatmak için model tasarımları istenmiştir. Uygulamalar sonunda başarı testi her iki gruba da son test olarak tekrar uygulanmış ve deney grubundan daha önce seçilen öğrencilerle son görüşmeler yapılmıştır.

### Verilerin Analizi

Verilerin analizinde; hazır mayoz bölünme preparatlarının mikroskopta gösterildiği kontrol grubu ile bu uygulamaya ek olarak modellerin kullanıldığı deney grubu arasında akademik başarı açısından anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla bağımsız gruplar için t-testi kullanılmıştır. Veriler, SPSS 16.0 Programı ile analiz edilmiştir. Nitel veriler için öğrencilerin ifadeleri transkript edilmiş ve içerik analiziyle değerlendirilmiştir. Ön görüşme ve son görüşme verileri, her bir öğrenci için tek tek değerlendirilerek, karşılaştırma yapılmıştır. Örnek, öğrenci ifadeleri, doğrudan sunulmuştur.

### Bulgular

*Deney ve kontrol gruplarının başarı ön testlerinden elde edilen bulgular:*

Deney ve kontrol grupları arasında ön test puanları açısından anlamlı bir farkın olup olmadığı Bağımsız Örnekler t-testi kullanılarak elde edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1. Deney ve kontrol grubunun ön testine ait t-testi analizi sonucu**

	N	$\bar{X}$	S	Sd	t	P
Deney	22	11,36	3,230	45	-0,913	0,366
Kontrol	25	12,36	4,122			

Tablo 1’e göre deney grubu ön test puan ortalaması ( $\bar{x}=11,36$ ) ile kontrol grubu ön test puan ortalamasının ( $\bar{x}=12,36$ ) birbirine yakın olduğu ancak kontrol grubunun ön test puan ortalamasının deney grubu puan ortalamasından 1 puan fazla olduğu

görülmektedir. Her iki grubun da konu ile ilgili ön bilgilerinin birbirine yakın seviyede olduğu söylenebilir. Tablo 1’e göre deney ve kontrol grupları arasında ön test puanları açısından anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ( $t_{(45)}=-0,913$ ;  $p>0,05$ ).

Deney ve kontrol gruplarının son testlerinden elde edilen bulgular:

Deney ve kontrol grupları arasında son test puanları açısından anlamlı bir farkın olup

olmadığı Bağımsız Örnekler t-testi yapılarak Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2. Deney ve kontrol grubu son testlerine ait t-testi analizi sonucu**

	N	$\bar{x}$	S	Sd	t	P
Deney	22	19,27	2,120	45	3,516	0,001
Kontrol	25	15,68	4,356			

Öğretmen adaylarının son test başarı puan ortalamalarına bakıldığında deney grubu öğrencilerinin ( $\bar{x}=19,27$ ), kontrol grubu öğrencilerinden ( $\bar{x}= 15,68$ ) daha yüksek bir ortalamaya sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test başarı puanlarına ilişkin Tablo 2 incelendiğinde her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ( $t_{(45)}=3,516$ ;  $p<0,05$ ). Bu fark deney grubu öğrencilerinin lehine olduğundan, deney grubu öğrencilerinin daha başarılı olduğu söylenebilir.

Deney grubunun ön test ve son testlerinden elde edilen bulgular:

Deney grubundan elde edilen veriler doğrultusunda, ön test ve son test puanları arasında bir farklılaşma olup olmadığı araştırılmıştır.

**Tablo 3. Deney grubunun ön test ve son test puanlarına ait t-testi analiz sonucu**

	N	$\bar{x}$	S	Sd	t	P
<b>Ön Test</b>	22	11,36	3,230	21	-12,894	0,000
Son Test	22	19,27	2,120			

Tablo 3 deney grubunun (N=22) ön test ile son test başarı puanlarına göre düzenlenmiş t-testi analizi sonuçlarını göstermektedir. Deney grubunun ön test puan ortalaması  $\bar{x}=11,36$  iken son test puan ortalaması  $\bar{x} =19,27$ 'dir ( $t_{(21)}=-12,894$ ;  $p<0,05$ ). Ön test ve son test arasındaki bu farklılık, modeller kullanılarak işlenen dersin, mayoz bölünme konusundaki akademik başarıyı arttırmasından kaynaklanmaktadır.

Kontrol grubunun ön test ve son testlerinden elde edilen bulgular:

Kontrol grubundan elde edilen veriler doğrultusunda, ön test ve son test puanları arasında bir farklılaşma olup olmadığı araştırılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 4’te gösterilmiştir.

**Tablo 4. Kontrol grubunun ön test ve son test puanlarına ait t-testi analiz sonuçları**

	N	$\bar{x}$	S	Sd	t	P
<b>Ön Test</b>	25	12,36	4,122	24	-3,738	0,001
Son Test	25	15,68	4,356			



Tablo 4'te kontrol grubunun (N=25) ön test ile son test başarı puanlarına göre düzenlenmiş t-testi analizi sonuçları görülmektedir. Kontrol grubu ön test başarı puan ortalaması  $\bar{x}=12,36$  iken son test puan ortalaması  $\bar{x}=15,68$ 'e yükselmiştir ( $t_{(24)} = -3,738$ ;  $p < 0,05$ ).

#### *Deney grubundan görüşmeler aracılığıyla elde edilen bulgular:*

Deney grubundan seçilen 10 öğretmen adaylarıyla yapılan görüşme sonucunda, elde edilen bulgular sunulurken öğrencilerin isimleri etik kuralları sağlaması açısından kullanılmamış, onun yerine kız öğretmen adayları için "K", erkek öğretmen adayları için "E" simgesi kullanılmıştır ve bu ifadelerin yanına sıra numaraları eklenmiştir. Öğrenci, düşüncesinin nedenini açıklarken, bir süre konuşmamışsa, bu durum yan yana noktalar (...) ile temsil edilmiş, cevaplar tırnak içerisinde verilmiştir.

Çalışmanın başında, öğrenciler biyoloji konularından mitoz ve mayoz (4), hücre solunum (3), fotosentez (1), metabolik olaylar (1), taksonomi (1), hücre (1) ve protein sentezi (1) konularını anlamakta zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin, en sık ifade ettikleri konuların mayoz ve mitoz olduğu görülmektedir. Tekkaya ve arkadaşlarının (2001) çalışmalarında da, mayoz ve mitoz en zor algılanan kavramlardan biri olarak tespit edilmiştir.

Mayoz konusuyla ilgili hangi kavramların hatırlandığı sorulduğunda, öğrenciler, crossing over (5), evrelerin isimleri (4), kromozom sayısı/değişimi (6), mayoz I-II (1), mayozun eşey hücrelerinde olması (1), genetik çeşitlilik (3), sinaps (1), tetrat (2), kromatin iplikler (3), kromozom (2), kardeş kromatit (1), çekirdek bölünmesi (1) kavramlarını hatırladıklarını ifade etmişlerdir.

Mayozla ilgili anlamakta zorlandıkları konular sorulduğunda, öğrenciler, evrelerin isimlerini hatırladıklarını (İPMAT şeklinde kodlama yapanlar var) ama içeriklerini hatırlamadıklarını (5), mekanizmayı anlayamadıklarını (6), çeşitliliği sağlayan etmenleri anlamadıklarını (1), kromozom sayılarındaki farklılıkları (1), crossing over'ı anlamadıklarını (1) ifade etmişlerdir.

Mayoz konusunun nasıl daha iyi anlaşılacağı sorulduğunda ise, görsel olarak anlatmanın iyi olabileceğini (3), projeksiyonla (3), fotoğraflarla (1), anlatılabileceğini ifade etmişlerdir. Hikaye ya da benzetimlere başvurulabileceğini (2) söyleyen öğrencilerin yanında, mikroskop incelemelerinin de etkili olacağını belirten öğrenciler de olmuştur. Şekillerle anlatımın (6) etkili olacağını belirten öğrencilerden 2 tanesi ise, şekil çizimlerinin bizzat öğrenci tarafından yapılması gerektiğini ifade etmiştir.

Uygulama sonrasında yapılan görüşmelerde, öğrencilerin hepsi (10) modellerle anlatımın etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Modellerle yapılan uygulamanın konuyu daha iyi anlamalarını sağladığını (4), daha kalıcı (3), daha etkili (1) olduğunu, eğlenceli ve zevkli (1) hale getirdiğini belirtmişlerdir. Modellerle konu anlatımı sonunda, mayoz bölünmenin mekanizmasını (6), kromatin iplik (5), kromozom (3), tetrat(3), sentromer (2), kardeş kromatit (1), bağımsız dağılım (1), sitokinez (1), crossing over (2), sinaps (1) kavramlarını daha iyi anladıklarını ifade etmişlerdir.

Öğrencilerin ifadelerden örneklere aşağıda yer verilmiştir:

K2 kodlu aday mayoz bölünmeyle ilgili eşey hücreleri, vücut hücreleri ve kromozom sayıları ile ilgili kavramları hatırladığını ancak crossing-over ve kalıtsal çeşitliliği sağlayan diğer olayları anlamakta çok zorlandığını söylemiştir. Etkinlik sonrasında, "kromozom, kardeş kromatit bunları çok karıştırıyordum materyali kendim yaparken, hem öğrenemediğim kısımları anladım hem de öğrendim gerçekten. Başka, sitokinez olayı ve çeşitliliği sağlayan gerçek neden aslında hep crossing-over diye biliyoruz ama bağımsız dağılım, anafaz-l'deki bağımsız dağılım aslında..." şeklindeki açıklamasıyla önemli olayları etkinlikler aracılığıyla daha iyi anladığını belirtmiştir.

E1 kodlu öğretmen adayı, çok sevdiği biyoloji dersinde ezbere dayalı olduğunu düşündüğü mayoz bölünmenin evrelerini anlamakta zorlandığını belirtmiştir. Mayoz bölünme konusunun daha iyi nasıl anlaşılacağı konusunda "Tek sorun ezber olması. Ezber olmadan daha akılda kalacak şekilde anlatılması gerekiyor. (Nasıl anlatabiliriz?)... Ya sonuçta görsellik de önemli, mesela projeksiyondan sadece anlatmak önemli değil.

Mesela hocalarımız bize sadece anlatırlardı, hiç şekil falan göstermezdi. Belirli bir şekil, mesela projeksiyondan olabilir ya da kendisi özellikle çizebilir, daha ayrıntılı bir şekilde ya da bununla ilgili bir hikaye kurularak anlatılabilir. Böyle daha anlaşılır olur, en azından benim için..." şeklinde görüş bildirmiştir. E1; modellerle anlatım sonrasında "işlediğimiz derslerde görselliğe gerçekten önem verdik. Kitaplarda teorik olarak okuduğumuz uzunca bilgiyi gözlemleyerek daha kolay algılamış olduk. Anlaşılması daha kolay oldu. (Daha önce anlamayıp etkinlikten sonra daha iyi anladığın kavramlar neler?) Bu yapıları biz görmüyorduk işte kromatin iplik, tetratların nasıl oluştuğu, crossing over da parça değişiminin nasıl olduğu görmüyorduk. Bunları işte öğrenmiş olduk." ifadesinde bulunmuştur.

K5 kodlu öğretmen adayı, biyoloji dersi için "protein sentezi, ets elemanları, glikoliz yani hücre solunum ile aram pek iyi değildir" diyerek anlamakta zorlandığı konuları belirtmiştir. Mayoz bölünme konusuyla ilgili hatırladığı kavramların neler olduğu sorulan öğrenci, "çeşitlilik vardı. Crossing-over falan çeşitlilik oluyordu.  $2n$ ,  $n$  oluyordu. Kromozom sayısı yarıya mı iniyordu? Öyle bir şey vardı sanırım. Başka, parça değişimi işte o crossing-over. Tetrat oluşumu gözleniyordu" şeklinde belirtmiş, yürütülen etkinlikler sonrasında "sentromer, sitokinez" gibi kavramların daha anlaşılır olduğunu ifade etmiştir.

Mayozla ilgili hangi kavramları hatırladığı sorulan K6 kodlu aday, "İPMAT'ı hatırlıyorum. İnterfaz, profaz...Sonra metafaz, anafaz, telofaz...Telofazdı değil mi? Onları hatırlıyorum, evreleri hatırlıyorum. Ha...en zorlandığım konu mayoz bölünme olabilir işte. Çünkü hep böyle iğ iplikleri falan varya kromatin iplikler, onlarda hep böyle karıştırıyorum ama çok zor değildi yinede.  $2n$ 'den bölünüyorsa  $n$ ,  $n$  şeklinde bölündüğünü hatırlıyorum" şeklinde yanıt vermiştir. Konunun daha iyi anlaşılması için, öğretmenin mayoz evrelerini şekiller çizerek anlatması ve ayrıca öğrencinin de çizim yapmasının etkili olabileceğini uygulama öncesinde dile getiren K6, uygulama sonrası düşüncelerini şu şekilde ifade etmiştir: "Tahtada siz materyallerle, malzemelerle gösterdiniz bunu, onun kalıcı olduğunu düşünüyorum. Mesela ilk yaptığınızda ben düşündüm ki hiç bir şey bilmiyordum demek ki bölünmeler hakkında, mayoz hakkında. Ben biyolojiyi seviyorum

ama zor konu, şimdi bir aydır görüyoruz. Yeni yeni oturuyor üstüne, bence yararlı oldu şekilde anlatmanız".

Çalışmanın başında, "şekillerle anlatımı pek anlamadığımı" ifade eden E3 kodlu öğretmen adayı, modellerle anlatım sonunda, "evrelerde neler olduğunu daha iyi anladım. Kavramlar olarak aslında kromozom nedir, kromatin iplik nedir, sentromer nedir bunları öğrendim. Ben hep şeyi karıştırdım mesela kromatit, kromozom, tetrat bunları hep karıştırdım ama şimdi öğrenmiş oldum." demiştir.

Araştırmacının konuyu modelle anlatmasının ardından, öğretmen adaylarından kendilerinin model oluşturmaları istenmiştir. Böylece, konunun daha iyi anlaşılacağı düşünülmüştür. Bu düşünceleri destekler nitelikte öğrenci ifadelerine rastlanmıştır. Örneğin, K6 kodlu öğrenci "Crossing overı, tetrat, sinaps bunları hatırlamıyordum ama şimdi hatırlıyorum, tetratda üst üste gelmesi, crossing overin çeşitliliğe sebep olması. Ama artık üstünden zaman geçse de hatırlarım. Çünkü 4 gruptuk 4ümüzde yaptık, hepimiz konuyu çalıştık, siz anlatınız bir de o yüzden anladık iyice." demiştir.

K7 kodlu öğretmen adayı "Etkinlikler daha görsel olduğu için insanın aklında kalıyor, arkadaşlarımda renkli renkli yapmış böyle insanın daha çok aklında kalıyor" demiştir.

E2 kodlu öğretmen adayı "Kromatin ipliklerini daha iyi anladım uygulamada yaptığımız için. Herkes farklı farklı düşündüğü için, kalem örneği olsun bizim kendi örneğimiz olsun. Mayozla mitozu çok karıştırdığım noktalar vardı birbirinin arasında, uygulamayla tamamen anladım hangisinde ne olduğunu" ifadesinde bulunmuştur.

## Tartışma

Mayoz bölünme konusunun öğretiminde model kullanımının akademik başarıyı arttırdığı, bu çalışma sonucunda görülmüştür. Deney grubunun öntest ve sontest puanları arasında anlamlı farklılığın olduğu görülmüştür.

Deney grubunun ön test-son test puan ortalamaları arasındaki farklılığın yanında, kontrol grubunun ön test ve son test puan ortalamaları arasında da anlamlı bir farklılık ortaya çıktığı görülmüştür. Bu farkın, mayoz I

ve mayoz II bölünme evrelerinin 4 ders saati süresince konu anlatımından ve mikroskopta hazır preparatlar aracılığıyla gösterilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Deney grubunda uygulanan hazır preparatlarla mayoz bölünme evrelerinin incelenmesi etkinliği kontrol grubunda da uygulanmış, ders yalnızca düz anlatım yöntemiyle işlenmemiştir. Bunun sonucu olarak, kontrol grubu ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır (Tablo 4). Bu noktada, öğrencilerin görsel materyaller kullanılarak öğrenim yapmasının da öğrenmeye olumlu katkılar sağladığı yorumunu getirmek mümkündür. Deney grubuna, bu etkinliğe ek olarak modeller kullanılarak ders işlendiğinden dolayı deney grubu ön test- son test arasındaki farklılığın daha fazla olduğu görülmüştür. Elde edilen bulgular, farklı araştırmalarda modeller kullanılarak yapılan öğretim etkinliklerinin akademik başarıyı arttırdığına ilişkin sonuçlar ile de desteklenmektedir (Balci, 2001; Başdaş, 2007; Butta, 1998; Canpolat, Pınarbaşı ve Bayrakçeken, 2004; Chinnici, Neth ve Sherman, 2006; Gözmen, 2008; Gümüş, Demir, Koçak, Kaya ve Kırıcı, 2008; Güneş ve Çelikler, 2010; Harrison, 2001; Kaya, 2001; Kılınç, 2008; Locke ve McDermid, 2005; Mathis, 1979; Morgil, Yılmaz ve Seferoğlu, 2002; Pashley, 1994; Sarıkaya, Selvi ve Doğan, 2004; Sukes, 1997; Şahin ve Parim, 2001; Yıldız 2001).

Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde ise, çalışma süresince uygulanan modellerle öğretim yönteminin verimli ve fen öğretimi açısından olumlu olduğu belirtilmiştir. Modellerle öğretim etkinliklerinin uygulandığı diğer çalışmalar sonucunda da üniversite öğrencileri ve öğretmenler, yapılan uygulamaları etkili ve yaratıcı bulmuşlardır (Clark ve Mathis, 2000; Locke ve McDermid, 2005, Sinan ve Karadeniz, 2010).

Çalışmadan elde edilen bulgular, modellerle öğretimin öğrenci başarısına olumlu etkisi olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Bu sonuçlardan yola çıkarak, Fen ve Teknoloji öğretmenlerinin yapılandırmacı öğretim etkinliklerinden olan modellerle öğretimi kullanmaları önerilmektedir. Mayoz bölünme konusunun yanı sıra biyolojide yer alan pek çok soyut konunun somutlaştırılmasında, böylece öğrencilerin ve öğretmen adaylarının biyolojik yapı ve süreçleri zihinlerinde canlandırarak daha kalıcı bilgiler oluşturmalarında modellerden yararlanılabilir. Modeller öğrencinin zihinsel gelişimi göz önüne alınarak, daha basit yada kompleks hale getirilip, öğretimin her kademesinde rahatlıkla kullanılabilir.

## KAYNAKÇA

- Agorram, B., Selmaoui, S., Khzami, S., Chafik, J. ve Chiadli, A. (2010). University students' conceptions about the concept of gene: Interest of historical approach. *US-China Education Review*, 7(2), 9-15.
- Aksakal, M. (2012). *Mayoz bölünme konusunun öğretiminde modellerle zenginleştirilmiş laboratuvar ortamının akademik başarıya etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Atilboz, N. G. (2004). Lise 1. sınıf öğrencilerinin mitoz ve mayoz bölünme konuları ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanılgıları [Elektronik Versiyonu]. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 147-157.
- Bahar, M., Johnstone, A. H. ve Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86. İnternet'ten 10 Eylül 2012'de Taylor and Francis Online veritabanından alınmıştır.
- Balci, N.(2001). *Lise öğrencileri için mayoz bölünme ile ilgili bir model geliştirilmesi ve bu modelin başarıya etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Başdaş, E. (2007). İlköğretim fen eğitiminde basit malzemelerle yapılan fen aktivitelerinin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve motivasyona etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.



- Brown, C. R. (1990). Some misconceptions in meiosis shown by students responding to an Advanced level practical examination question in biology [Elektronik Versiyonu]. *Journal of Biological Education*, 24(3), 182–186.
- Butta, J. L. (1998). *A comparison of traditional science instruction to hands-on science instruction*. Master Thesis, Salem-Teikyo University, Master of Arts Degree Program, Virginia.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T. ve Bayrakçeken, S. (2004). Kavramsal değişim yaklaşımı: model kullanımı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(2), 379-384.
- Chinnici, J. P., Neth, S. Z. ve Sherman, L. R. (2006). Using 'chromosomal socks' to demonstrate ploidy in mitosis and meiosis [Elektronik Versiyonu]. *American Biology Teacher*, 68(2), 106-109.
- Clark, D. C. ve Mathis P. M. (2000). Modelling mitosis and meiosis. A problem-solving activity, *The American Biology Teacher*, 62(3), 204-206.
- Çepni, S., Özsevgeç, T., Sayıklan, F. ve Emre, E. B. (2001). İki üniversitedeki fen bilgisi öğretmenliği programı öğrencilerinin alt branşlardaki başarı düzeylerinin karşılaştırılması. V. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Kongre Kitabı* (ss. 284), Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Çimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Students' views [Elektronik Versiyonu]. *Educational Research and Reviews*, 7(3), 61-71.
- Dlamini, E. T. (1999). Conceptual understanding of genetics among student teachers. Doctoral Thesis, University of Zululand, Department of Comparative and Science Education, KwaDlangezwa.
- Dikmenli, M. (2010). Misconceptions of cell division held by student teachers in biology: a drawing analysis [Elektronik Versiyonu]. *Scientific Research and Essays*, 5(2), 235-247.
- Doğan, B. ve Ay T. (2010). Biyolojinin toplum bilim ve teknoloji açısından önemi. Polat, F. (Ed.), *Biyolojide özel konular* (ss. 2-6). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Emre, İ. ve Bahşi, M. (2006). Fen bilgisi öğretmen adaylarının hücre bölünmesi ile ilgili kavram yanılgıları. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, Elazığ, 70-73.
- Enrique, B. ve Enrique, A. (2000). Teaching genetics at secondary school: a strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education*, 84(3), 313-352. İnternette 10 Ağustos 2012'de Wiley veritabanından alınmıştır.
- Eyidoğan, F. ve Güneysu, S. (2001). İlköğretim 8. sınıf fen bilgisi kitaplarındaki kavram yanılgılarının incelenmesi. V. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Kongre Kitabı* (ss.72). Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Gilbert, J. K., Boulter C. ve Rutherford M. (1998). Models in explanation, Prt1: horses for courses? [Elektronik Versiyonu], *International Journal of Science Education*, 20(1), 83-97.
- Gözmen, E. (2008). Lise 1. sınıf biyoloji dersinde okutulan "mayoz bölünme" konusunun öğretilmesinde modellerin öğrenmeye etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Gümüş, İ., Demir, Y., Koçak, E., Kaya, Y. ve Kırıcı, M. (2008). Modelle öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 65-90.
- Güneş, M. H. ve Çelikler, D. (2010). The investigation of effects of modelling and computer assisted instruction on academic achievement [Elektronik Versiyonu], *Educational Research Association The International Journal of Educational Researchers*, 1(1), 20-27.
- Harrison, A. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students?, *Research in Science Education*, 31, 401–435. İnternette 20 Mayıs 2012'de Springer Link veritabanından alınmıştır.

- Karataş, A., Laçin-Şimşek, C. ve Akan-Kumbıçak Z. (2013, Ocak). "Bağımsız dağılımın genetik çeşitlilikteki rolü krossing overdan daha önemlidir" savını ispatlayan bir model önerisi. *İlköğretim Online*, 12(1), 1-11. İnternet'ten 10 Ocak 2013'de <http://ilkogretim-online.org.tr/vol12say1.html> adresinden alınmıştır.
- Kaya, Ş. (2001). *Fen bilimleri eğitiminde model ile öğretimin önemi*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Kılıç, S., Kurt, H., Kaya, B., Ateş, A. ve Korkmaz, T. (2009). Lise 2. sınıf öğrencilerinin mitoz ve mayoz bölünme ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanlışları. *I.Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi Kongre Kitabı* (ss. 314), Çanakkale: Onsekiz Mart Üniversitesi.
- Kılıncı, A. (2008). Hücre bölünmelerinin öğretiminde yeni bir yaklaşım: "bölünen parmaklar", *D.Ü.Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10, 82-99.
- Kibuka, E. ve Sebitosi, E. (2007). Understanding genetics and inheritance in rural schools [Elektronik Versiyonu]. *Journal of Biological Education*, 41(2), 56-61.
- Kindfield, A. C. H. (1991). Confusing chromosome number and structure: a common student error [Elektronik Versiyonu]. *Journal of Biological Education*, 25, 193-200.
- Knippels, M. C., Waarlo, A. J. ve Boersma, K. T. (2005). Design criteria for learning and teaching genetics [Elektronik Versiyonu]. *Journal of Biological Education*, 39(3), 108-112.
- Koçak, E. (2006). İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinde "sindirim ve görevli yapılar", "boşaltım ve görevli yapılar" ve "çiçekli bir bitkiyi tanıyalım" konularının modelle öğretimin öğrenci başarısına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Köse, S. ve Uşak, M. (2006). Photosynthesis and respiration in plants [Elektronik Versiyonu]. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(1), 25-52.
- Lewis, J., Wood, C. ve Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance - Do students see any relationship? [Elektronik Versiyonu]. *International Journal of Science Education*, 22, 177-197.
- Lewis, J., Leach, J., Wood, C. ve Robinson, C. (2000). Chromosomes: the missing link - young people's understanding of mitosis, meiosis, and fertilisation [Elektronik Versiyonu]. *Journal of Biological Education*, 34(4), 189-191.
- Locke, J. ve McDermid, H. E. (2005). Using pool noodles to teach mitosis and meiosis [Elektronik Versiyonu]. *Genetics Society of America*, 170(1), 5-6.
- Mathis, P. M. (1979). How-to-do-it. The use of manipulative models in teaching mitosis and meiosis [Elektronik Versiyonu]. *The American Biology Teacher*, 41(9), 558-561.
- Mensch, D. L. ve Ruba, P. A. (1991). A study of large hands-on protein synthesis models in biology class, *School Science and Mathematics*, 91(4), 164-168. İnternet'ten 20 Mayıs 2012'de Eric veritabanından alınmıştır.
- Morgil, İ., Yılmaz, A. ve Seferoğlu, Z. (2002). Stereokimya konusunda farklı öğretim yöntemlerinin öğrenci başarısı üzerine etkisi. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Kongre Kitabı* (ss. 174). Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Öztaç, H., Özyay, E. ve Öztaç, F. (2003). Teaching cell division to secondary school students [Elektronik Versiyonu]. *Journal of Biological Education*, 38(1), 13-15.
- Pashley, M. (1994). A-level students: their problems with gene and allele [Elektronik Versiyonu]. *Journal of Biological Education*, 28(2), 120-126.
- Sarıkaya, R., Selvi, M. ve Doğan, B. N. (2004). Mitoz ve mayoz bölünme konularının öğretiminde model kullanımının önemi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(1), 85-88.

- Sinan, O. ve Karadeniz, Ö. (2010, Temmuz). Mitoz bölünme konusunun öğretimi için örnek bir etkinlik, *İlköğretim Online*, 9(3), 1-7. İnternet'ten 18 Eylül 2012'de <http://ilkogretim-online.org.tr/vol9say3/v9s3ou1.doc.html> adresinden alınmıştır.
- Sukes, H. (1997). *Fizik öğretmenlerinin elektrik konularında kullandıkları model-benzetmeler*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Şahin, F. ve Parım, G. (2001). Problem tabanlı öğretim yaklaşımı ile DNA, gen ve kromozom kavramlarının öğrenilmesi. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Kongre Kitabı* (ss. 28 ). Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Tekkaya, C., Çapa, Y. ve Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 140-147.
- Tekkaya, C., Özkan, Ö. ve Sungur, S. (2001). Biology concepts perceived as difficult by Turkish high school students. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 145-150.
- Topçu, M. S., Şahin, E. ve Pekmez E., Turkish middle school students' difficulties in learning genetics concepts [Elektronik Veriyonu]. *Journal of Turkish Science Education*, 2009, 6(2), 55-62.
- Yıldız, M. (2001). *Orta öğretim 9. ve 11. sınıflarda okutulan biyoloji derslerinden bazı genetik kavramların öğretimindeki zorluklar ve bu zorlukları aşmaya yönelik önlemler*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum
- Zeynelgiller, O. (2006). *İlköğretim II. kademe fen bilgisi dersi kimya konularında model kullanımının öğrenci başarısına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.

## Summary

### Introduction

Science bringing about important changes in our lives consists of several sub-fields. Biology is the most intriguing one that forms a basis for others. The abstract nature of biology subjects makes it difficult for students to understand them and gives rise to certain misconceptions in biology courses. Previous research demonstrates that students have difficulty in understanding cell division in particular. The subjects of meiosis cell division and mitosis cell division are important in that they provide a basis for the subjects of growth, development, reproduction, and genetics. However, since meiosis cell division and mitosis cell division take place at a microscopic level, students may have difficulty in concretely envisaging them in their minds and effectively constructing the same. The employment of models and materials in teaching practices is of vital importance for ensuring a better understanding of subjects and preventing misunderstanding. Thanks to teaching with models, students learn and remember abstract concepts better.

It is thought that the employment of teaching with models for teaching the subject of meiosis may overcome the problems encountered in understanding the subject. This study deals with the use of models in teaching the subject of meiosis.

### Methodology

A mixed method design was employed in this study. Research group consisted of 47 pre-service teachers in the 2<sup>nd</sup> grade of the Department of Science Teaching at Faculty of Education of Kocaeli University in the 2010-2011 academic year. An experimental group and a control group were formed in order to conduct an experimental study. Qualitative data were obtained through interviews with 10 voluntary students from the experimental group. An achievement test covering the concepts related to the subject of meiosis was used for data collection. The control group was asked to examine ready meiosis division preparations via microscope. After the experimental group had examined these preparations via microscope, the subject was

covered by use of the models prepared by researcher out of play dough and cardboards. Pre-service teachers were asked to create their own models in two weeks after which they would cover the subject by using such models. Achievement tests were implemented before and after the above-mentioned process. In addition, pre-interviews and post-interviews were conducted with the students selected from the experimental group.

### Findings

*The findings obtained from the pre-tests and post-tests administered to experimental group and control group students:*

While the pre-test score average of the experimental group was  $\bar{X}=11.36$ , its post-test score average was  $\bar{X}=19.27$  ( $t_{(21)}=-12.894$ ;  $p<0.05$ ). The significant difference between pre-test and post-test score averages resulted from the improvement in academic success about the subject of meiosis division that was achieved thanks to the lesson taught by use of ready preparations and models. While the pre-test score average of the control group was  $\bar{X}=12.36$ , its post-test score average was  $\bar{X}=15.68$  ( $t_{(24)}=-3,738$ ;  $p<0,05$ ).

*The findings obtained from the experimental group through interviews:*

When students were asked about the points which they had difficulty in understanding on the subject of meiosis prior to the above-mentioned process, students mentioned that they remembered the names of phases (some used codes like IPMAT), but failed to remember the contents of phases and did not understand the relevant mechanism, the factors causing diversity, the differences in the numbers of chromosomes, and crossing over. During the post-interviews, all students stated that teaching with models was very effective. Students told that teaching with models enabled them to understand the subject better, provided more permanent results, and made the course more effective, entertaining, and pleasurable. They also said that they achieved a better understanding of the mechanism of meiosis division as well as the concepts of chromatin fiber, chromosome, tetrad, centromere, sister chromatid, independent distribution, cytokinesis,

crossing over, and synapse.

### Discussion

This study has showed that the use of models for teaching the subject of meiosis division increases academic success. A significant difference has been found between the pre-test and post-test scores of the experimental group. The findings of this study are supported by the results of different studies demonstrating that teaching activities involving models increase academic success. The results of interviews with pre-service teachers indicate that teaching with models is effective and contributory for science teaching. In consideration of the research findings, it is recommended to resort to model in the teaching of biology subjects.