

Prospective Biology Teachers' Understanding of Scientific Models

Esra ÖZAY KÖSE*
Şeyda GÜL**

Extended Abstract

Introduction

Today, the increasing importance of biological sciences caused that biology courses have a very important role among the other courses in all types and levels of schools (Güler and Sağlam, 2002). However, due to its wide range of subjects, abstract nature and the understandable concrete concepts for students, biology is accepted as a difficult course. Similarly, most of researches was stated that biology courses are one of the courses which the students have difficulty in learning, understanding, showing low success and thus showing less interest (Chuang and Cheng 2003; Gül and Yeşilyurt, 2010; Sebitosi, 2007; Staeck, 1995; Thompson and Logue, 2006).

The abstract subjects should be taught by being supported with concrete teaching tools in order to be animated in the students'minds. Because, the more activities appeal to all senses, the more easily learning occurs during teaching of abstract concepts (Demirel, Seferoğlu and Yağcı, 2002). One of the most important methods used to concretize abstract concepts are instruction made with model. The models in especially science courses are used in a variety of ways within the science classroom as an integral part of the scientific process (Treagust, Chittleborough and Mamiala, 2002). Scientific models have long been used and appreciated as useful tools that enhance learning; however, most elementary and junior high school students regard scientific models as concrete replicas of the real thing, with few students regarding scientific models as representations of ideas or abstract entities (Ingham and Gilbert, 1991; Treagust, Chittleborough and Mamiala, 2002). However, the researches in Turkey suggested that the models are given enough attention by teachers and students, and also especially teachers do not have an adequate understanding and they have wrong ideas, despite of such an important functions of models (Berber and Güzel, 2008; Ergin, Özcan and Sarı, 2012; Güneş, Bağcı and Gülçiçek, 2004; Treagust, 2002). The aim of this study is to determine the prospective biology teachers' understanding towards scientific models and to compare in terms of gender and grades.

* Doç. Dr., Atatürk Üniversitesi, K.K. Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi ABD

** Yrd. Doç. Dr., Atatürk Üniversitesi, K.K. Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi ABD

Method

The sample of this study with comparative method included in totally 101 prospective teachers (75 female, 26 male) who attended at biology education department in Kazım Karabekir Faculty of Education, Atatürk University. To determine the prospective teachers' understanding related to scientific models, a five point Likert tiype 27-item instrument, which was developed namely "Students' Understanding of Models in Science (SUMS) by Treagust, Chittleborough and Mamiala (2002) and adapted to Turkish in accordance with prospective teachers namely "Prospective Teachers' Understanding Test of Models in Science (UTMS) by Çelik (2015), was used. The UTMS included in 5 subdimensions as (1) Multiple Representations [MR; 8 items], (2) Exact Replicas [ER; 8 items], (3) Explanatory Tools [ET; 5 items], (4) Uses of Scientific Models [USM; 3 items], (5) Changing Nature of Models [CNM; 3 items].

Findings

According to the findings, it was determined the most of prospective biology teachers had an understanding related to scientific models in high level. In addition, it was founded there was no an important difference among prospective teachers' understanding related to scientific models in terms of gender and grade, except for ET subdimension.

Conclusion

In the study, it can be concluded that prospective biology teachers' understanding related to scientific models is in high level similar to literature. In addition, the female have higher scores than male in terms of gender. This finding may be commented as that the female students have higher understanding due to the fact that they positive attitudes towards biology lesson. In terms of grade, the findings indicated that all grades have generally high scores and also there is an increase in the score of the upper classes. This findngs are paralel to the findings of studies in literature.

Keywords: Scientific models, prospective biology teachers, gender, grade

Biyoloji Öğretmeni Adaylarının Bilimsel Modeller İle İlgili Anlayışları

Öz

Bu çalışmanın amacı, biyoloji öğretmeni adaylarının bilimsel modeller ile ilgili anlayışlarını belirlemek ve cinsiyet ile sınıf düzeyi açısından karşılaştırmaktır. Çalışmanın örneklemini, Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi biyoloji öğretmenliği anabilim dalında öğrenim gören toplam 101 öğretmen adayı (75 kız, 26 erkek) oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının bilimsel modellerle ilgili anlayışlarını belirlemek için daha önce Treagust, Chittleborough ve Mamiala (2002) tarafından “Students’ Understanding of Models in Science (SUMS)” adıyla geliştirilen ve Çelik (2015) tarafından öğretmen adaylarına uygun olarak Türkçe’ye uyarlanan “Öğretmen Adaylarının Bilimsel Modeller Anlayışı Testi (BMAT)’nden yararlanılmıştır. BMAT Çoklu Temsiller Olarak Modeller, Tam Bir Kopya Olarak Modeller, Açıklayıcı Araçlar Olarak Modeller, Bilimsel Modellerin Kullanımı ve Bilimsel Modellerin Yapısının Değişimi olmak üzere 5 alt boyuttan oluşmaktadır. Araştırmanın sonunda; öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimsel modeller ile ilgili yüksek düzeyde anlayışa sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının bilimsel modeller ile ilgili anlayışları cinsiyet ve sınıf düzeyi açısından incelendiğinde puanlar arasında Açıklayıcı Araçlar Olarak Modeller(AAOM) alt boyutu hariç diğer alt boyutlarda anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Bilimsel modeller; biyoloji öğretmeni adayları, cinsiyet, sınıf düzeyi

Giriş

Günümüzde biyoloji biliminin öneminin giderek artması, biyoloji derslerinin tüm okul türleri ve basamaklarında diğer dersler arasında çok önemli bir rol kazanmasına sebep olmuştur (Güler ve Sağlam, 2002). Bununla beraber, pozitif bilimlerin konularından biri olan biyoloji çok geniş konuları, soyut tabiatı ve bazı somut kavramların öğrenciler için anlaşılabilir olmaması nedeniyle zor bir ders olarak kabul edilmektedir. Yapılan birçok araştırmada, öğrencilerin en çok zorlandıkları, başarısız oldukları, anlamakta güçlük çektikleri ve dolayısıyla kavram yanlılığı geliştirdikleri derslerin başında biyoloji dersinin geldiği belirtilmektedir (Chuang ve Cheng 2003; Gül ve Yeşilyurt, 2010; Sebitosi, 2007; Staeck, 1995; Thompson ve Logue, 2006). Biyoloji derslerine yönelik ileri sürülen bu güçlüğü nedenleri üzerinde yapılan çalışmalara bakıldığında birçok neden sıralanmaktadır. Örneğinkonuların soyut olması, öğretmenlerin çoğunlukla

ders kitaplarına bağımlı olması, uygulamadan uzak olarak düz anlatım yöntemiyle derslerin işlenmesi, biyolojinin ezber derslerden biri olarak görülmesi, bireylerde oluşan başaramama korkusu şeklinde birçok sebep ileri sürülmektedir (Akpınar, 2006; Kılıç ve Sağlam, 2004; Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000; Yaman ve Soran, 2000).

Soyut düzeyde gerçekleşen olayların öğrencilerin zihninde canlandırılabilmesi için somut öğretim araçlarıyla desteklenerek öğretilmesi gerekmektedir. Böylece, herhangi bir konuya yönelik öğrenme güçlüklerinin giderilmesi, kavram yanlışlarının oluşmasının engellenmesi ve öğrenmenin kalıcılığının artırılmasına yardımcı olabilir (Atılboz, 2004). Bu nedenle öğretmenler tarafından eğitim ortamları materyallerle desteklenmesi büyük önem arz etmektedir (Ayvacı, Bebek ve Durmuş, 2015; Düşkün ve Ünal, 2015). Zira soyut bir kavramın öğretilmesinde öğretim etkinlikleri ne kadar fazla duyu organına hitap ederse öğrenme olayı da o kadar kolay ve kalıcı olarak gerçekleşmektedir (Demirel, Seferoğlu ve Yağcı, 2002).

Soyut kavramların somutlaştırılmasında kullanılan en önemli yöntemlerden biri modellerle yapılan öğretimdir. Bununla ilgili olarak; çeşitli öğretim materyallerinin (oyun, analogi, örnek olay, deney, model) (Aktamış, Akpınar ve Ergin, 2002) veya model yoluyla öğretimin (Şahin, Öztuna ve Sağlamer, 2001) öğrencilerin başarılarını arttırdığı tespit edilmiştir (Yıldırım ve Işık, 2015). Model yapmak hem elleri hem gözleri çalıştırdığı için beynin birden fazla bölgesinin uyarılmasını, dolayısıyla hem görerek hem de yaparak-yaşayarak öğrenmeyi sağladığından öğrenmeyi artırır (Hauray, 1989; Lavoie, 1993; Sadıç ve Çam, 2012). Bununla beraber, özellikle soyut kavramların sıklıkla yer aldığı fen derslerinde yakın çevreden elde edilen araç-gereçlerin, çeşitli öğretim materyallerinin (maket, model, vb.) ve teknolojinin kullanılması, hem öğrencilerin öğrendikleri bilgilerin günlük hayatla ilişkisini kurmalarına yardımcı olabilir hem de teknolojiyi öğrenme imkanı sağlayabilir (Akpınar, Aktamış ve Ergin, 2005).

Fen bilimleri literatüründe modelleme; mevcut kaynaklardan hareketle bilinmeyen bir hedefi açık ve anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünü olarak tanımlanırken, modelleme sonucunda ortaya çıkan ürün ise model olarak nitelendirilmektedir (Harrison, 2001; Treagust, 2002). Modeller literatürde genel olarak beş boyut altında ele alınmaktadır (Çelik, 2015). Bu boyutlar; bilimsel modellerin anlamı, amaçları, çeşitliliği, değişkenliği ve fen eğitiminde kullanımından oluşmaktadır (Krell, Upmeier ve Belzen ve Krüger, 2014; Oh ve Oh, 2011; Treagust, Chittleborough ve Mamiala, 2002). Modeller üç boyutlu yapılar, eşitlikler, diyagramlar, analogiler, metaforlar ve simülasyonlar gibi bilimsel olguya ilişkin sembolik gösterimlerin geniş bir çeşitlemesini içerir (Harrison ve Treagust, 2000). Modeller, karmaşık bir nesne veya sürecin basitleştirilmiş şekilleri olup, karmaşık görünen olayların insanlar tarafından anlaşılmasını kolaylaştırmak

amacıyla kullanılan bilimsel ve zihinsel etkinliklerdir (Paton, 1996). Modeller, bir nesnenin nasıl oluştuğunu, nasıl davranacağını veya bir sürecin nasıl geliştiğini anlamamıza ve tahminler yapmamıza yardım ederler. Bu açıdan modeller, özellikle fencilerin doğal olguları, parçacıkları ve yapıları tahmin etmesine, tanımlamasına ve açıklamasına yardımcı olur. Bu şekliyle bilimsel modeller hem bilimsel araştırmanın arzu edilen ürünleri hem de gelecek için bir rehber niteliğindedir (Berber ve Güzel, 2009) Özetle, modeller, bilimsel düşünme ve çalışmanın tamamlayıcısıdır ve bilim ve onun açıklayıcı modelleri ayrılmaz birer bütündür. Bilimin ürünleri, metotları ve onların en önde gelen öğrenme araçlarıdır (Gilbert, 1993).

Fen öğretiminin temel felsefesi öğrencilere bilimsel düşünme ve çalışma becerilerini kazandırmak olduğuna göre, öğrencilere sınıflarda modellerin ve modelleme işleminin tabiatını anlamalarına ve bunları bireysel çalışmalar ya da grup çalışmaları şeklinde uygulamalarına imkân sağlanmalıdır (Güneş, Bağcı ve Gülçiçek, 2004). Justi ve Gilbert (2002a) çalışmalarında fen öğretiminde modellerin, bilimin öğrenilmesi, bilim hakkında öğrenme ve bilim yapmayı öğrenme amaçları ile kullanılabilirliğini ifade etmişlerdir.

Modellerin sıralanan bu kadar önemli işlevlerine rağmen yapılan çalışmalar öğretmen ve öğrenciler tarafından modellere yeteri kadar önem verilmediğini, bu konuda öğretmenlerin yeterli anlayışa sahip olmadıklarını ve yanlış fikirlere sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır (Berber ve Güzel, 2008; Ergin, Özcan ve Sarı, 2012; Güneş, Bağcı ve Gülçiçek, 2004; Işık ve Mercan, 2015; Treagust, 2002). Yapılan bu çalışmalara göre öğretmenler, kitaplardaki modelleri kullandıkları ve en popüler modellerin bilim insanları tarafından yapılacağına inandıklarından, derslerinde ihtiyaca göre modelleri değiştirmelerinin uygun olmayacağı düşüncesindedirler (Güneş, Bağcı ve Gülçiçek, 2004; Harrison, 2001). Öğrencilerin ise modelleri gerçeğin birebir kopyası veya gerçek nesnelerin küçültülmüş formları, gerçek yaşamın minyatürleri veya oyuncakları olarak düşündükleri belirlenmiştir (Treagust, Chittleborough ve Mamiala, 2002).

Öğretmenlerin modellerin doğasının farkında olmadan öğretimde modelleri kullandıkları bunun ise beklenen sonuçları elde etmeyi engellediği ifade edilmektedir (Justi ve Gilbert, 2002b). Elbette öğretmenlerin modeller hakkındaki bilgi eksiklikleri, öğrencilerde olumsuz fikirlerin oluşmalarına sebep olabilir (Ergin, Özcan ve Sarı, 2012). Bu sebeple öğrenciler genellikle bir modelin yüzeysel benzerliklerinin ötesine bakamayıp modellerin kesinlikle doğru olduğuna inanır ve modellerin arkasında yatan fikirleri, amaçları araştırmadan kabul ederler (Harrison ve Traugust, 2000).

Gerçekte öğretmenlerin, öğrencilerin modeller hakkındaki görüş ve anlayışlarının oluşmasında etkili oldukları aşikârdır. Modellerin doğru bir şekilde anlaşılması ve fen eğitiminde etkili olarak kullanılabilmesi için de bu

konuda öğretmen yeterlilikleri öncelik arz etmektedir. Öğretmen ve öğretmen adaylarının modeller ile ilgili anlayışlarının geliştirilmesine yönelik uygun adımların atılabilmesi için ise öncelikle modellerin doğası ile ilgili yeterliliklerinin ve anlayışlarının belirlenmesi gerekmektedir (Çelik, 2015; Henze, Van Driel ve Verloop, 2007; Justi ve van Driel, 2005).

Biyolojinin soyut tabiatı gereği modellerin derslerdeki kullanım alanları çok geniştir. Bu yüzden öğrencilere modellerin kavratılması ve uygulama yaptırılması gerekir. Bunları öğrencilere sağlayacak biyoloji öğretmenlerinin de modeller hakkında yeterli bilgi donanımına ve anlayışa sahip olmaları gerekmektedir. Bu anlamda, geleceğin öğretmenleri olan bugünün öğretmen adaylarının modeller hakkında yeterli anlayışa sahip olmaları önemli ve gereklidir.

Araştırmanın Amacı

Biyoloji öğretmen adaylarının bilimsel modellere yönelik anlayışlarının belirlenmesi ile cinsiyet ve sınıf düzeyi açısından anlamlı bir farklılık olup olmadığının saptanması çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Yöntem

Bu çalışmada nicel araştırma desenlerinden biri olan nedensel karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki nedensel ilişkiyi belirlemek amacıyla kullanılan karşılaştırma çalışmalarında, herhangi bir konuya yönelik iki veya daha fazla grubun görüşleri arasında bir farklılık olup olmadığı, ortaya çıkan durumun nedenleri, bu nedenleri etkileyen değişkenler ya da etkinin sonuçları belirlenmeye çalışılır (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012; McMillan ve Schumacher, 2010).

Bu çalışmada da biyoloji öğretmen adaylarının bilimsel modellere yönelik genel anlayışlarının tespit edilmiş, daha sonra cinsiyet ve sınıf düzeyine göre karşılaştırılmıştır.

Evren ve Örneklem

Çalışmanın evrenini biyoloji öğretmen adayları oluşturmaktadır. Çalışmanın örneklemini ise bir eğitim fakültesinde biyoloji eğitimi anabilim dalında öğrenim gören toplam 101 (75 kız 26 erkek) öğretmen adayı oluşturmaktadır. Örneklem grubu 17-22 yaş aralığında olup bu öğrencilerin 17'si 1. sınıf, 21'i 2. sınıf, 32'si 4. sınıf ve 31'i 5. Sınıflara devam etmektedirler. Söz konusu öğretmen adaylarının seçiminde, kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi tercih edilmiştir.

Veri Toplama Aracı

Öğretmen adaylarının modellerle ilgili anlayışlarını değerlendirmek için Treagust, Chittleborough ve Mamiala (2002) tarafından geliştirilen (Students' Understanding of Models in Science-SUMS) ve Çelik (2015) tarafından öğretmen adaylarına uygun olarak Türkçe'ye çevrilen "Bilimsel Modeller Anlayışı Testi (BMAT)"'nden yararlanılmıştır. BMAT 27 maddelik (1) Kesinlikle katılmıyorum, (2) Katılmıyorum, (3) Emin değilim, (4) Katılıyorum, (5) Kesinlikle katılıyorum derecelendirme aralığında beş seçenekli Likert-tipi bir ölçektir. Treagust, Chittleborough ve Mamiala (2002) doğrulayıcı faktör analiziyle 27 maddelik BMAT ölçeğinde beş alt boyut saptamışlardır. (1) Çoklu Temsiller Olarak Modeller [ÇTOM; 8 madde], (2) Tam Bir Kopya Olarak Modeller [TKOM; 8 madde], (3) Açıklayıcı Araçlar Olarak Modeller [AAOM; 5 madde], (4) Bilimsel Modellerin Kullanımı [BMK; 3 madde] ve (5) Bilimsel Modellerin Yapısının Değişimi [BMYD; 3 madde]. Tablo 1' de bu alt boyutların ne amaçla oluşturduğu ve hangi maddeleri kapsadığı görülmektedir. Treagust vd. (2002) SUMS ölçeğinin alt boyutlarının Cronbach alpha güvenirlik katsayısı değerlerinin 0.71 ve 0.84 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Rapor edilen bu değerlerle uyumlu olarak, bu çalışmadan elde edilen veriler doğrultusunda Cronbach alpha güvenirlik katsayısı 0.827 olarak bulunmuştur. Kabul edilebilir Cronbach alpha güvenirlik katsayısının 0.70 ve üzeri olduğu düşünüldüğünde (Tezbaşaran, 1997), bulunan bu değerler çalışmada kullanılan ölçeğin yeterli derecede güvenilir olduğunu işaret etmektedir.

Tablo 1. Ölçek Maddelerinin Alt Boyutları ve Tanımları

Alt Boyutlar	Madde numaraları	Tanım
Çoklu Temsiller Olarak Modeller (ÇTOM)	1-8	Bir hedef için birden çok model kullanılabileceği hakkındaki anlayışlar
Tam Bir Kopya Olarak Modeller (TKOM)	9-16	Modelin temsil ettiği hedefe ne kadar benzeyebileceği ile ilgili anlayışlar
Açıklayıcı Araçlar Olarak Modeller (AAOM)	17-21	Modellerin bir hedefin açıklanması için kullanılabilecek araçlar olarak kullanılması hakkındaki anlayışları
Bilimsel Modellerin Kullanımı (BMK)	22-24	Modellerin bilim yaparken kullanımı hakkındaki anlayışları

Bilimsel Yapısının (BMYD)	Modellerin Değişimi	25-27	Modellerin yapısının hakkındaki anlayışları	gerektiğinde değişebileceği
---------------------------	---------------------	-------	---	-----------------------------

Verilerin Analizi

Araştırma verilerinin analizinde SPSS 18.0 istatistik programı kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının her bir değişken için (cinsiyet, sınıf düzeyi) gerek ölçeğin geneli gerekse alt boyutlarına ait puanlarını belirlemek için ölçek maddelerinin ortalamaları alınmıştır. Puan ortalamalarına ait aralıkların belirlenmesinde Kutu ve Sözbilir (2011) tarafından önerilen sınırlar dikkate alınmıştır. Buna göre aritmetik ortalamalar yorumlanırken 1.00-1.80 arasındaki değerler “çok düşük”, 1.81-2.60 arasındaki değerlerin “düşük”, 2.61-3.40 arasındaki değerlerin “orta”, 3.41-4.20 arasındaki değerler “yüksek” ve 4.21-5.00 arasındaki değerler “çok yüksek” derecesinde gerçekleştiği kabul edilmiştir.

Çalışmada aritmetik ortalamaların yanı sıra, öğretmen adaylarının modeller ile ilgili anlayışlarının cinsiyet ve sınıf düzeyine göre farklılık gösterip göstermediğini test etmek amacıyla, birden fazla bağımlı değişkenin bulunduğu araştırmalarda varyans analizi yapmak için kullanılan bir teknik olan tek yönlü çok değişkenli varyans analizinden (One Way MANOVA) yararlanılmıştır. Buna göre çalışmanın bağımsız değişkenlerini öğretmen adaylarının cinsiyet ve sınıf düzeyi oluştururken; bağımlı değişkenlerini ise “Bilimsel Modeller Anlayışı Testi (BMAT)” nin beş alt faktörü oluşturmaktadır.

Bulgular

Çalışmada öğretmen adaylarının ölçeğin genelinden ve alt boyutlarından elde edilen puanlara ait bulgular Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Öğretmen Adaylarının BMAT Puanlarına Ait Betimsel İstatistikler

Alt Boyutlar	S.S.	\bar{X}
ÇTOM	0.48	3.99
TKOM	0.51	3.97
AAOM	0.55	3.96
BMK	0.64	3.88
BMYD	0.71	3.93
Genel Ortalama	0.42	3.95

Çalışmada elde edilen bulgulara göre, öğretmen adaylarının BMAT’nin alt boyutlarının tamamına yüksek düzeyde katılım gösterdikleri

görülmüştür. Ölçeğin geneline ait puan ortalamasının da ($X=3.95$) yine yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde, kız ve erkeklerin ölçekten elde edilen puan ortalamalarının genel olarak yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Bulgular alt boyutlar açısından değerlendirildiğinde; her alt boyut için her iki cinsiyette de katılımın yüksek düzeyde olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Öğretmen Adaylarının Cinsiyete Göre BMAT Puanlarına Ait Betimsel İstatistikler

Alt Boyutlar	Cinsiyet	<i>n</i>	\bar{X}	SS
ÇTOM	Kız	75	4,04	0.47
	Erkek	26	3,85	0.50
TKOM	Kız	75	4,02	0.51
	Erkek	26	3,81	0.48
AAOM	Kız	75	4,04	0.54
	Erkek	26	3,73	0.52
BMK	Kız	75	3,90	0.66
	Erkek	26	3,83	0.57
BMYD	Kız	75	4,00	0.74
	Erkek	26	3,75	0.59
Ölçeğin Genel	Kız	75	4,00	0.42
	Erkek	26	3,79	0.38

\bar{X} : Aritmetik ortalama SS: Standart sapma

Çalışmada ölçekten elde edilen ortalama değerler, tüm öğretmen adayları için cinsiyetlerine göre tek yönlü MANOVA analizi ile test edilmiştir. MANOVA analizi sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde; ölçeğin alt boyutları açısından öğretmen adaylarının ölçekten elde edilen ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir [Wilks' Lambda (Λ)=0.92, $F=1.643$; $p>0.05$].

Tablo 4. BMAT Alt Boyutlarına Ait Puanların MANOVA Sonuçları

Bağımlı değişken	KT	SD	KO	F	<i>p</i>
ÇTOM	0.702	1	0.702	3.009	0.086
TKOM	0.820	1	0.820	3.174	0.078
AAOM	1.818	1	1.818	6.261	0.014
BMK	0.104	1	0.104	0.250	0.618
BMYD	1.146	1	1.146	2.253	0.137

KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

Yapılan iki yönlü izleme analizi sonucunda ise, öğretmen adaylarının sadece AAOM alt boyutuna ilişkin anlayışlarının cinsiyete bağlı

olarak farklılaşmasına ($p < 0.05$) rağmen diğer alt boyutlar açısından cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı ($p > 0.05$) tespit edilmiştir (Tablo 4). AAOM boyutuna ait değerlere bakıldığında kızlar lehine olduğu anlaşılmaktadır (Tablo.3).

Tablo 5' de öğretmen adaylarının sınıf düzeylerine göre BMAT testine ait betimsel istatistikler aşağıda verilmiştir:

Tablo 5. Öğretmen Adaylarının Sınıf Düzeylerine Göre BMAT Puanlarına Ait Betimsel İstatistikler

Alt Boyutlar	Sınıflar	n	\bar{X}	SS
ÇTOM	1. Sınıf	17	3.84	0.47
	2. Sınıf	21	4.07	0.40
	4. Sınıf	32	3.99	0.47
	5. Sınıf	31	4.02	0.56
TKOM	1. Sınıf	17	3.92	0.51
	2. Sınıf	21	4.11	0.56
	4. Sınıf	32	3.82	0.48
	5. Sınıf	31	4.05	0.48
AAOM	1. Sınıf	17	3.64	0.55
	2. Sınıf	21	3.93	0.57
	4. Sınıf	32	3.98	0.49
	5. Sınıf	31	4.14	0.54
BMK	1. Sınıf	17	3.72	0.66
	2. Sınıf	21	3.84	0.65
	4. Sınıf	32	4.06	0.583
	5. Sınıf	31	3.82	0.665
BMYD	1. Sınıf	17	3.86	0.56
	2. Sınıf	21	3.82	0.87
	4. Sınıf	32	3.96	0.61
	5. Sınıf	31	4.02	0.79
Ölçeğin Geneli	1. Sınıf	17	3.80	0.44
	2. Sınıf	21	3.95	0.43
	4. Sınıf	32	3.96	0.40
	5. Sınıf	31	4.01	0.42

Tablo 5 incelendiğinde, ölçeğin geneline göre öğretmen adaylarının üst sınıflara gidildikçe genel anlamda puanlarında artış gözlenmekle birlikte, bilimsel modellere yönelik anlayışlarının yüksek düzeyde olduğu görülmektedir.

Çalışmada ölçekten elde edilen ortalama değerler, tüm öğretmen adayları için sınıf düzeylerine göre tek yönlü MANOVA analizi ile test edilmiştir. MANOVA analizi sonucunda elde edilen bulgular

incelendiğinde; ölçeğin alt boyutları açısından öğretmen adaylarının ölçekten elde edilen ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir [Wilks' Lambda (Λ)=0.749, F =1.896; p <0.05].

BMAT alt boyutlarına ait iki yönlü izleme analiz sonuçları ise Tablo.6'da sunulmuştur.

Tablo 6. BMAT Alt Boyutlarına Ait Puanların MANOVA Sonuçları

Bağımlı değişken	KT	SD	KO	F	p
ÇTOM	0,521	3	0,174	0,724	0,540
TKOM	1.390	3	0.463	1.798	0.153
AAOM	2.726	3	0.909	3.166	0.028
BMK	1.581	3	0.527	1.291	0.282
BMYP	0.609	3	0.203	0.387	0.763

KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

Yapılan iki yönlü izleme analizi sonucunda ise, öğretmen adaylarının sadece AAOM alt boyutuna ilişkin anlayışlarının sınıf seviyelerine göre farklılaşmasına (p <0.05) rağmen diğer alt boyutlar açısından sınıflar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı (p >0.05) tespit edilmiştir (Tablo 6). AAOM alt boyutundaki bu farklılığın 1. sınıfların en düşük, 5. Sınıfların ise en yüksek puan ortalamasına sahip olmasından kaynaklandığı anlaşılmaktadır (Tablo.5).

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada biyoloji öğretmeni adaylarının bilimsel modellere yönelik anlayışları incelemiştir. Aynı zamanda bu anlayışlarının cinsiyet ve sınıf düzeyi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir ölçüde farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır.

Ölçeğin genelinden elde edilen sonuca göre biyoloji öğretmeni adaylarının Bilimsel Modeller Anlayışı Testi (BMAT)'nden elde edilen puanlarının 3,95 ortalama ile yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, bilimsel modellerle ilgili öğrenci/öğretmen/öğretmen adaylarının modeller konusunda genel olarak yetersiz anlayışa sahip olduğu ifade edilmektedir (Danusso, testa ve Vicentini, 2010; Justi ve Gilbert, 2002a; Treagust, Chittleborough ve Mamiala, 2002; Van Driel ve Verloop, 1999). Bununla beraber, bu çalışmanın bulgularını destekler nitelikte, biyoloji öğretmeni adaylarının bilimsel modeller ile ilgili yeterli anlayışlara sahip oldukları ortaya koyan çalışmalar da mevcuttur (Berber ve Güzel, 2008; Çelik, 2015; Ergin, Özcan ve Sarı, 2012; Güneş, Bağcı ve Gülçiçek, 2004). Bu açıdan bakıldığında biyoloji öğretmeni adaylarının bilimsel modellerle ilgili yüksek düzeyde bir anlayışa sahip olmaları olumlu ve istenilen bir durumdur. Bu bulgu öğretmen adaylarının

öğretim süreçleri sırasında almış oldukları öğretim teknik ve materyal geliştirme, özel öğretim yöntemleri gibi derslerin öğrencilerin modellere yönelik anlayışa sahip olmalarında etkili olduğunun bir göstergesi olarak düşünülebilir. Bununla beraber, ölçeğin alt boyutları ayrı ayrı incelendiğinde;

ÇTOM alt boyutunda biyoloji öğretmeni adaylarının 3,99 ortalama ile yüksek düzeyde bir anlayışa sahip oldukları gözlenmiştir. Biyoloji öğretmeni adaylarının bir bilimsel olayın, kavramın veya sürecin farklı yönlerini ortaya çıkarmak için birden fazla model kullanılabileceğinin ve aynı modelle birden fazla bilimsel olayın da açıklanabileceğinin farkında oldukları belirlenmiştir. Bu sonuç, bazı çalışmaların sonuçları ile benzerdir (Aslan ve Yadigaroglu, 2014; Güneş, Gülçiçek ve Bağcı 2004; Treagust, Chittleborough ve Mamila, 2002). Bilimde aynı olayı açıklayan birden çok model bulunabilmektedir. Bu durum aynı olayı açıklayan bilim insanlarının farklı fikirlere sahip olmalarından ve model oluşturmak için zengin kaynakların bulunmasından kaynaklanmaktadır (Oh ve Oh, 2011).

Ölçeğin ikinci alt boyutu olan TKOM'e bakıldığında biyoloji öğretmen adaylarının 3,97 ortalama ile yüksek düzeyde anlayışa sahip oldukları gözlenmiştir. Biyoloji öğretmen adaylarının modellerin gerçeğin kopyası olmadığını, basitleştirilmiş bir temsil aracı olduklarının, hedef ile kurulan benzerliğin ne kadar olacağına farkında oldukları tespit edilmiştir. Literatürde bu bulguların aksine çok fazla çalışma olmakla birlikte Ingham ve Gilbert (1991), Van Driel ve Verloop (1999), Treagust, Chittleborough ve Mamiala (2002), Berber ve Güzel (2009), Çelik (2015)' in yapmış oldukları çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Modeller asla kavram ya da olgunun tam kopyası değildir. Hiçbir model bir hedefi yüzde yüz temsil edemez. Edebilse zaten bu durumda model hedefin kendisi olur ve modele ihtiyaç kalmaz (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004).

Biyoloji öğretmeni adaylarının AAOM alt boyutunda 3,96 ortalama ile yüksek düzeyde anlayışa sahip oldukları gözlenmiştir. Biyoloji öğretmeni adaylarının açıklayıcı araçlar olarak modellerin rollerinin farkında oldukları tespit edilmiştir. Bu sonuç daha önce yapılan araştırmalarda bulunan sonuçlarla uyumludur (Çelik, 2015; Ergin, Özcan ve Sarı, 2012; Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004). AAOM boyutu, bir fikrin öğretmenler tarafından anlaşılmasında modelin yaptığı katkıyla ilgilidir. Bu tema hedefle ilgili bir zihinsel model oluşturmayı ya da somut temsiller elde etmeyi kapsayan bir boyuttur. Dolayısıyla bu husus özellikle soyut fikirler için yararlı olabilir (Güneş Bağcı ve Gülçiçek, 2004).

Çalışmada ayrıca ölçeğin bir diğer boyutu olan BMK alt boyutunda biyoloji öğretmen adaylarının 3,88 ortalama ile yeterli anlayışa sahip oldukları gözlenmiştir (Tablo.2). Biyoloji öğretmen adaylarının tahminler yapmak, teoriler ve yeni ürünler meydana getirmek için modellerin bilimsel

araştırmalarda kullanıldığını bilmeleri tespit edilmiştir. Literatürde bu bulguların aksine çok fazla çalışma olmakla birlikte (Ingham ve Gilbert (1991), Treagust, Chittleborough ve Mamiala (2002), van Driel ve Verloop (1999) ve Çelik (2015)' in yapmış olduğu çalışmada benzer bulgular elde edilmiştir. Bilimsel modeller bilim öğretirken fen öğretmenleri tarafından kullanıldığı gibi teori üretirken bilim insanları tarafından da kullanılırlar (Harrison ve Treagust, 2000).

Son alt boyut olan BMYD' ye ait ortalama değerler incelendiğinde biyoloji öğretmen adaylarının 3,93 ortalama ile yeterli anlayışa sahip oldukları gözlenmiştir (Tablo.2). Biyoloji öğretmen adaylarının bilimsel modellerin durağan olmayıp zamanla yeni bulgularla değişebileceğinin farkında oldukları test edilmiştir. Bu sonuç daha önce yapılan araştırmalarda bulunan sonuçlarla uyumludur (Aslan ve Yadigaroglu, 2014; Çelik, 2015; Ergin, Özcan ve Sarı, 2012; Güneş, Bağcı ve Gülçiçek, 2004; Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004). Modeller gerçek değerdir ve kabul gören modeller yeni bilgilerle değişebilir (Harrison, 2001).

Çalışmanın cinsiyetler açısından elde edilen bulgular değerlendirildiğinde; öğretmen adaylarının her iki cinsiyette de ölçeğin geneline ait puan ortalamalarının yüksek düzeyde olmakla birlikte erkeklerin puan ortalamalarının kızlara göre daha düşük olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo.3). Çalışmanın bulguları alt boyutlar açısından değerlendirildiğinde ise sadece AAOM alt boyutuna ilişkin puan ortalamaları açısından cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir (Tablo 4). Bu boyuta ait ortalama değerlere bakıldığında erkeklerin 3,73 kızların 4,04 ortalamaya sahip oldukları görülmektedir. Diğer 4 alt boyutta cinsiyetler arasında bir fark çıkmamıştır. Bu konuda yapılan çok fazla çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak, Berber ve Güzel (2009) ve Aslan ve Yadigaroglu (2014)' nun yapmış oldukları çalışmadaki sonuçlarla bu bulgular benzer özelliktedir. Bulgular cinsiyet açısından genel olarak değerlendirildiğinde AAOM alt boyut hariç anlamlı bir fark olmamakla birlikte her alt boyutta kızların erkeklerden daha yüksek ortalamaya sahip oldukları görülmektedir. Biyoloji dersinin kız öğrencilerin ilgilerine cevap vermesi ve günlük hayatla ilgili pek çok durumun anlatılması nedeniyle kız öğrencilerin biyoloji dersine yönelik daha olumlu tutuma sahip olması onların biyolojik modellerle ilgili yüksek bir anlayışa sahip olmasında etkili olabilir. Zira alan yazında yapılan çalışmalar da biyolojiye yönelik kız öğrencilerin çoğunlukla erkeklere göre daha olumlu bir tutuma sahip olduklarını göstermektedir (Ekici ve Hevedanlı, 2010; Pehlivan ve Köseoğlu, 2010). AAOM alt boyutunda kızlar lehine fark oluşmasının sebebi ise açıklayıcı araçlar olarak modellerin bilimsel fikirleri açıklamada kullanılabileceği, herhangi bir görsel aracın da model olabileceği fikri kızlar tarafından daha çok kabul görmüştür. Bu bulgu kız ve erkeklerin

öğrenme biçimleri ile alakalı olabilir. Zira Çubukçu (2004) tarafından yapılan bir çalışmada cinsiyetler açısından öğrenme biçimlerinde farklılıkların olduğu ve kızların erkeklere göre görsel ve bedensel öğrenme biçimlerinde daha yüksek bir ortalamaya sahip oldukları görülmüştür. Bilimsel modellerde hem görsel hem bedensel duyulara hitap ettiği için kızlar lehine bir fark oluşmuş olabilir.

Çalışmanın sınıf düzeyleri açısından elde edilen bulgular değerlendirildiğinde; öğretmen adaylarının ölçeğin geneline ait puan ortalamalarının yine yüksek düzeyde olmakla birlikte üst sınıflara gidildikçe puan ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir artışın olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo.5). Sınıfların puan ortalamalarına bakıldığında, 1. sınıfta en düşük, 5. sınıfta ise en yüksek puan ortalamasının olduğu görülmektedir. Birinci ve beşinci sınıflar arasında görülen bu farklılık, öğretmen adaylarının eğitimleri süresince (özellikle son sınıftaki öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersi) aldıkları dersler neticesinde modeller konusunda bilinçlenmelerinden kaynaklanabilir. Çalışmanın bulguları alt boyutlar açısından değerlendirildiğinde ise sadece AAOM alt boyutuna ilişkin puan ortalamaları açısından sınıf düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir (Tablo 6). Bu boyuta ait ortalama değerlere bakıldığında üst sınıflara gidildikçe puan ortalamalarında bir artışın olduğu ortaya çıkmıştır. Bu boyutta anlamlı farklılığın ortaya çıkmasında, 1. sınıflarda modellerin bir hedefin açıklanması için kullanılacak araçlar olarak kullanılması fikri henüz yerleşmemiş iken, 5. sınıfta bu anlayışın oldukça fazla bir şekilde öğrencilerin zihnine yerleşmiş olduğu söylenebilir. Diğer 4 alt boyutta sınıflar arasında bir fark çıkmamıştır. Bu konuda yapılan çok fazla çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak, Treagust vd (2002) ve Aslan ve Yadıgaroğlu (2014)'nin yapmış oldukları çalışmadaki sonuçlarla bu bulgular benzer özelliktedir.

Model ve modelleme fen bilimlerinin ayrılmaz bileşenleridir. Özellikle, fen bilimlerinin soyut yapısı, modellerin fen sınıflarındaki kullanım alanlarını ve işlevlerini genişletmektedir. Ayrıca, fen bilimleri içerisindeki tüm bilgilerin temelini modellerin oluşturduğu düşünüldüğünde model kullanmaksızın bilim yapılamaz. Buna göre; öğrencilere modellerin ve modellemenin tabiatını anlama ve uygulama olanağı verilmelidir. Fen sınıflarında bu olanağı öğrencilere sağlayacak olan öğretmenler ve ders kitapları olacağından, başlangıçta öğretmenlerin ve ders kitabı yazarlarının model/modelleme hakkında yeterli anlayışa sahip olması gerekmektedir. Çalışmanın bulgularına istinaden her iki cinsiyetin öğrenme biçimine göre bilimsel modellerin kullanımına daha fazla ağırlık verilmeli özellikle erkek öğrencilerde bilimsel modellere yönelik anlayışın daha da geliştirilmesi sağlanmalıdır. Bununla beraber öğretimin her

kademesinde en alt sınıflardan başlayarak bilimsel model anlayışının geliştirilmesi desteklenmelidir.

Kaynaklar

- Akpınar, E., Aktamış, H. ve Ergin Ö. (2005). Fen bilgisi dersinde eğitim teknolojisi kullanılmasına ilişkin öğrenci görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(1), 93-100.
- Akpınar, E. (2006). *Fen öğretiminde soyut kavramların yapılandırılmasında bilgisayar desteği: yaşamımızı yönlendiren elektrik ünitesi*. (Yayınlanmış Doktora Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Aktamış, H., Akpınar, E. ve Ergin, Ö. (2002). Yapısalci Kurama Örnek Bir Uygulama. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi. 6-8 Eylül, Ankara.
- Aslan, A. G. A. ve Yadigaroglu, M. (2014) Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik lisansüstü öğrencilerinin model ve modelleme hakkındaki görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 123-132.
- Atılboz, N. G. (2004). Lise 1. sınıf öğrencilerinin mitoz ve mayoz bölünme konuları ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 147-157.
- Ayvacı, H. Ş., Bebek, G., ve Durmuş, A. (2015). Fen bilimleri programı'ndaki modelleme kazanımlarının önemi ve uygulanabilirliği hakkında öğretmen görüşleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 334-350.
- Berber, N. C. ve Güzel, H. (2009). Fen ve matematik öğretmen adaylarının modellerin bilim ve fende rolüne ve amacına ilişkin algıları. *Selçuk University Social Sciences Institute Journal*, 21, 87-97.
- Chuang, H. F. ve Cheng, Y. J. (2003). A study on attitudes toward biology and learning environment of the seventh grade students. *Chinese Journal of Science Education*, 11(2), 171-194.
- Çelik, S. (2015). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modeller ile ilgili anlayışları. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 9-26.
- Çubukçu, Z., ve Üniversitesi, O. (2004). Öğretmen adaylarının düşünme stillerinin öğrenme biçimlerini tercih etmelerindeki etkisi. XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı, İnönü Üniversitesi, Malatya.

- Danusso, L., Testa, I. ve Vicentini, M. (2010). Improving prospective teachers' knowledge about scientific models and modelling: Design and evaluation of a teacher education intervention. *International Journal of Science Education*, 32(7), 871-905
- Demirel, Ö., Seferoğlu, S. S. ve Yağcı, E. (2002). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme (2. Baskı)*, Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Düşkün, İ. ve Ünal, İ. (2015). Modelle öğretim yönteminin fen eğitimindeki yeri ve önemi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(4), 1-18.
- Ekici, G., ve Hevedanlı, M. (2010). Lise Öğrencilerinin Biyoloji Dersine Yönelik Tutumlarının Farklı Değişkenler Açısından incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi* 7(4),97-109.
- Ergin, İ., Özcan, İ. ve Sarı, M. (2012). Farklı akademik unvanlara sahip fen öğretmenlerinin branşlara göre model ve modelleme hakkındaki görüşleri. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 2(1), 142-159.
- Fraenkel, J., Wallen, N. ve Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education (8th Ed.)*. Boston: McGraw Hill.
- Gilbert, J. K. (1993). *Models and modelling in science education*. Hatfield, UK: Association for Science Education.
- Gül, Ş. ve Yeşilyurt, S. (2010). Ortaöğretim öğrencilerinin biyoloji ve biyoloji dersine yönelik tutumları (Pilot Uygulama). *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(20), 28-47.
- Güler, M. H. ve Sağlam, N. (2002). Biyoloji öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin ve çalışma yapraklarının öğrencilerin başarıları ve bilgisayara karşı tutumlarına etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 117-126.
- Güneş, B., Bağcı, N. ve Gülçiçek, Ç. (2004). Fen bilimlerinde kullanılan modellerle ilgili öğretmen görüşlerinin tespit edilmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 1-14.
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç. ve Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 35-45.
- Harrison, A. G. ve Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22, 1011-1026.
- Harrison, G. A., (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students?. *Research in Science Education*, 31, 401-435.

- Haury, D. (1989). The contribution of science locus of control orientation to expressions of attitude toward science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 503-517.
- Henze, I., Van Driel, J. ve Verloop, N. (2007). The change of science teachers' personal knowledge about teaching models and modelling in the context of science education reform. *International Journal of Science Education*, 29(15), 1819-1846.
- Ingham, A. M. ve Gilbert, J. K. (1991). The use of analog models by students of chemistry at higher-education level. *International Journal of Science Education*, 13(2), 193-202.
- Ahmet, I., ve Mercan, E. (2015). Ortaokul matematik öğretmenlerinin model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(4).1835-1850.
- Justi, S. R. ve Gilbert, J. K. (2002a). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- Justi, R. S. ve Gilbert, J. K. (2002b). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1273-1292.
- Justi, R. S. ve van Driel, J. H. (2005). The development of science teachers' knowledge on models and modelling: promoting, characterizing, and understanding the process. *International Journal of Science Education*, 27(5), 549-573.
- Kılıç, D. ve Sağlam, N. (2004). Biyoloji eğitiminde kavram haritalarının öğrenme başarısına ve kalıcılığına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 155-164.
- Krell, M., Upmeier zu Belzen, A. ve Krüger, D. (2014). Students' levels of understanding models and modelling in biology: Global or aspect-dependent? *Research in Science Education*, 44, 109-132.
- Kutu, H. ve Sözbilir, M. (2011). Yaşam temelli ARCS öğretim modeliyle 9. sınıf kimya dersi "Hayatımızda Kimya" ünitesinin öğretimi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(1), 29-62.
- Lavoie, D. R. (1993). The development, theory and application of a cognitivenetwork model of prediction problem solving in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7), 767-785.
- McMillan, J. H. ve Schumacher, S. (2010). *Research in education: Evidence-based inquiry (7th Ed.)*. Newyork, Longman.

- Oh, P. S. ve Oh, S. J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130.
- Paton, R. C. (1996). On a apparently simple modelling problem in biology. *International Journal of Science Education*, 18(1), 55-64.
- Pehlivan, H., & Köseoğlu, P. (2010). Ankara fen lisesi öğrencilerinin biyoloji dersine yönelik tutumları ile akademik benlik tasarımları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(38).
- Sadıç, A. ve Çam, A. (2012). İlköğretim öğrencilerine katılarda ve sınıflarda genleşmeyi gösteren alternatif modeller. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 2(2), 53-63.
- Sebitosi, E. K. (2007). Understanding genetics and inheritance in rural schools. *Journal of Biological Education*, 41(2), 56-61.
- Staeck, L. (1995). Perspectives for biological education-challenge for biology instruction at the end of the 20th century. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 29-35.
- Şahin, F., Öztuna, A. ve Sağlamer, B. (2001). İlköğretim II. kademe fen bilgisi dersinde 'sinir hücresi'nin model yoluyla öğretiminin başarıya etkisi. *Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildirileri*. Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Tekkaya, C., Çapa, Y. ve Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 140-147.
- Tezbaşaran, A. A. (1997). *Likert tipi ölçek geliştirme kılavuzu (İkinci baskı)*. Ankara: Türk Psikologlar Derneği Yayınları.
- Thompson, F. ve Logue, S. (2006). An exploration of common student misconceptions in science. *International Education Journal*, 7(4), 553-559.
- Treagust, F. D. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. ve Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.
- Van Driel, J. H. ve Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141-1153.

- Yaman, M. ve Soran, H. (2000). Türkiye’de ortaöğretim kurumlarında biyoloji öğretiminin değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 229-237.
- Yıldırım, Z., ve Işık A. (2015). Matematiksel modelleme etkinliklerinin 5. Sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarılarına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(2), 581-600.