

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSEL
MODELLER İLE İLGİLİ ANLAYIŞLARI****PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS' UNDERSTANDINGS OF
SCIENTIFIC MODELS****Suat ÇELİK¹**

¹ Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, 25240 Erzurum/TÜRKİYE

Geliş Tarihi (Received): 09/09/2014 **Kabul Tarihi (Accepted):** 06/04/2015

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate pre-service science teachers' understandings of scientific models. For this aim, the students' understanding of models in science instrument was applied to 91 preservice-science teachers who were in the department of elementary education at faculty of education. The instrument consists of 27 five-point Likert-type items. As the result of the reliability and validity analysis, the Cronbach's alpha of the data was 0.83. Data was descriptively analyzed. Results showed that the majority of pre-service science teachers' understandings about scientific models were adequate. Contrary to results in literature it was found that the majority of pre-service science teachers agreed that scientific models might change. Recommendations were made for the teaching of the models and future studies.

Key words: Scientific models, Pre-service science teachers

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modeller ile ilgili anlayışlarını tespit etmektir. Bu amaçla eğitim fakültesi fen bilgisi eğitimi anabilim dalında öğrenim gören 91, birinci sınıf fen bilgisi öğretmen adayına bilimsel modeller testi uygulanmıştır. Bu test, beşli likert tipi 27 adet maddeden oluşmaktadır. Testin Cronbach's Alfa güvenilirlik katsayısı 0,83 olarak hesaplanmıştır. Toplanan veriler betimsel olarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimsel modeller ile ilgili yeterli anlayışlara sahip oldukları belirlenmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun literatürdeki sonuçların aksine, bilimsel modellerin gerçeğin birebir kopyası olmadığını düşündükleri tespit edilmiştir. Yapılacak çalışmalar ve modellerin öğretimi ile ilgili önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bilimsel modeller; Fen bilgisi öğretmen adayları

1.GİRİŞ

Fen eğitimi araştırmalarında, bilimsel bilgi ile ilgili anlayışların doğru bir şekilde yerleşmesi açısından modellerin çok önemli bir işlevinin olduğu tartışmasız bir şekilde kabul görmektedir. Modellerin fen eğitimini birçok yönden desteklediğine ifade edilmektedir (Justi & Gilbert, 2002a; Oh & Oh, 2011; Saari & Viiri, 2003). Bu nedenle etkili bir fen eğitimi için modellerin doğasının anlaşılması gerekli görülmektedir. Yapılan araştırmalar öğrencilerin modeller ile ilgili anlayışları ve akademik başarıları arasında pozitif bir ilişki bulunduğunu ortaya koymaktadır (Gobert et al., 2011; Gobert & Pallant, 2004). Modellerin doğasının iyi anlaşılması için ise en önemli sorumluluk öğretmenlere düşmektedir (Danusso, Testa, & Vicentini, 2010; Gilbert, 2004; Justi & Gilbert, 2002a; Justi & van Driel, 2005; Saari & Viiri, 2003; Van Driel & Verloop, 1999).

Modeller literatürde genel olarak beş boyut altında ele alınmaktadır. Bu boyutlar; bilimsel modellerin anlamı, amaçları, çeşitliliği, değişkenliği ve fen eğitiminde kullanımından oluşmaktadır (Krell, Upmeier zu Belzen, & Krger, 2013; Oh & Oh, 2011; Treagust, Chittleborough, & Mamiala, 2002).

Model; fiziksel dünyada bulunan çok küçük, çok büyük, çok karmaşık veya duyularla ulaşılamayan varlıkların sadeleştirilmiş temsili gösterimi olarak tanımlanmaktadır. Model oluşturma temelde benzetmeye dayanmaktadır. Düşünceler, nesnelere, olaylar, sistemler veya süreçlerin modelleri olabilir (Gilbert, Boulter, & Rutherford, 1998a). Modeller; şekil, grafik ve şemalarla ifade edilebileceği gibi, sözlü ifadeler, matematiksel bağıntılar ve üç boyutlu nesnelere şeklinde de ifade edilebilir (Crawford & Cullin, 2004). Modeller fiziksel ve kavramsal olmak üzere iki grup altında sınıflandırılmaktadır. Diyagram, harita, şema ve kimyasal formül gibi fiziksel modellerin ilgili olduğu olayın dış özelliklerini veya bir formunu temsil ettiği, kavramsal modellerin ise teorilerden çıkarıldığı ve deneysel sonuçların düşünsel sonuçları olduğu ifade edilmektedir (Coll, 2006).

Model terimi zaman zaman teori terimi ile eř anlamlı olarak kullanılmaktadır. Ancak, bunlar arasında ayırım yapan kaynaklarda bulunmaktadır. Teorilerin tümevarım veya icat yolu ile olguları açıklamak için oluşturuldukları, modellerin ise teorilerden tümdengelim yolu ile oluşturuldukları ifade edilmektedir (Collette & Chiappetta, 1984).

Modellerin doğal olayları, tanımlama, açıklama ve tahmin etme ve bilimsel fikirleri başkalarına aktarma gibi önemli işlevleri bulunmaktadır (Gilbert, Boulter, & Rutherford, 1998b; Oh & Oh, 2011). Modellerle; soyut, karmaşık ve duyularla ulaşılamayan varlıklar basitleştirilerek daha anlaşılır hale getirilmektedir. Buradan da anlaşılabilirliği gibi duyularla doğrudan ulaşılabilen nesnelere minyatürleri bilimsel model olarak nitelendirilmemektedir. Bir köprünün veya evin minyatürü bilimsel modellerden farklıdır. Bu gibi modeller gerçek yapıları zaten mevcut olan bu yapıların hacimleri küçültülerek üzerlerinde çalışmayı kolaylaştırmak için yapılmaktadır. Modellerin fiziksel nesnelere değil fikirleri yansıttığı belirtilmektedir (Crawford & Cullin, 2004). Modellerin nesne ve kavramların basit formlarını oluşturmak, olayları görselleştirmek ve bilimsel olgulara açıklamalar sağlamak için kullanıldıkları dile getirilmektedir (Coll, 2006; Gilbert et al., 1998a).

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 & Oh, 2011). Örneğin kimyada elementlerin elektron dağılımları gösterilirken Aufbau, Hunt ve Pauli modellerinin hepsinden yararlanılmaktadır (Coll, 2006). Ayrıca fizikte ışığın hem tanecik modeli hem de dalga modeli farklı olaylara açıklamalar getirmek için kullanılmaktadır (Crawford & Cullin, 2004). Harrison and Treagust (2000), hiç bir fen kavramının bir tek model aracılığı ile yeterince anlaşılamayacağını dile getirmektedir. Aynı olayı açıklayan birden fazla model bulunduğu anda ise olayı en açık, anlaşılır ve sade olarak ele alan model tercih edilmektedir.

Modellerin literatürde en çok ele alınan boyutlarından biri de bilimsel modellerin değişime açık olması boyutudur. Bilimsel modeller hem deneysel hem de kavramsal olarak sürekli testlere maruz kalmaktadır. Bilimsel ve kavramsal gelişmeler bilimsel modellerin değişmesine yol açmaktadır (Oh & Oh, 2011). Modellerin bir insan ürünü olduğu genellikle ihmal edilmektedir. Ancak bir model çeşitli eksiklikler bazen de yanlışlıklar içerebilir. Bu durum model için bir zayıflık veya hata olarak görülemez (Coll, 2006). Örneğin deneysel çalışmalar bakır ve krom elementlerinin elektron dağılımının Aufbau ilkesine uymadığını göstermektedir. Bu, geriye kalan bütün elementlerin dağılımlarını açıklayan Aufbau ilkesini terk

etmemiz gerektiğini göstermez. Aksine bir modelin bütün durumlar için doğru olacağını beklemememiz gerektiğini göstermektedir (Zumdahl & Zumdahl, 2012). Aslında modellerin değerlendirilmesi yanlış ya da doğru olup olmadıklarından ziyade bilimsel olaylara açıklama getirme güçleri dikkate alınarak yapılır (Crawford & Cullin, 2004).

Eğitimde öğrenmeyi desteklemek ve kavramlar arasındaki ilişkileri açıklamak için de modellerin çok geniş bir kullanım alanları bulunmaktadır. Model yardımıyla öğretimde amaç, öğrencilerin modellerden yardım alarak kavram ile ilgili kendi zihinsel modellerini oluşturmalarını kolaylaştırmaktır (Treagust et al., 2002). Aynı olayın farklı modeller kullanılarak sunulması öğrenmeyi kolaylaştırmaktadır (Harrison & Treagust, 2000). Öğretimde öğrencilerin kendi modellerini oluşturmalarına, test etmelerine ve değiştirmelerine fırsat verilmesi gerektiği önerilmektedir (Oh & Oh, 2011).

Bilimde ve fen eğitiminde modellerin bu önemli işlevlerine bağlı olarak şimdiye kadar birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda; modellerle ilgili anlayışların (Berber & Güzel, 2008; Danusso et al., 2010; Grosslight, Unger, Jay, & Smith, 1991; Güneş, Gülçiçek, & Bağcı, 2004; Harman, 2012; Justi & Gilbert, 2003; Krell et al., 2013; Van Driel & Verloop, 1999), bu anlayışları geliştirmenin (Crawford & Cullin, 2004; Henze, Van Driel, & Verloop, 2007; Justi & van Driel, 2005; Saari & Viiri, 2003) ve model yardımıyla eğitimin (Campbell, Zhang, & Neilson, 2011; Maia & Justi, 2009) yoğunlukla ele alınan konular olduğu görülmektedir. İlgili çalışmalarda öğrencilerin ve öğretmenlerin yoğunluğunun modellerin doğası ile ilgili yeterli anlayışlara sahip olmadıkları belirlenmiştir (Berber & Güzel, 2008; Celik & Bayrakceken, 2006; Danusso et al., 2010; Grosslight et al., 1991; Van Driel & Verloop, 1999). Öğrencilerin modelleri gerçeğin birebir kopyası veya gerçek nesnelere küçültülmüş formları olarak düşündükleri belirlenmiştir (Ingham & Gilbert, 1991; Treagust et al., 2002). Öğretmenlerin modellerin doğasının farkında olmadan öğretimde modelleri kullandıkları bunun ise beklenen sonuçları elde etmeyi engellediği ifade edilmektedir (Justi & Gilbert, 2002b). Modeller ile ilgili anlayışların geliştirilebilmesi ve fen eğitiminde etkili olarak kullanılabilmesi için öğretmenlerin modeller ile ilgili anlayışlarının irdelenmesi gerektiği önerilmektedir (Justi & van Driel, 2005).

Öğrencilerin modeller ile ilgili anlayışlarını irdeleyen ve alanda en çok bilinen çalışmalardan biri Grosslight et al. (1991) tarafından yapılmıştır. Çalışmada ilköğretim yedinci sınıf ve ortaöğretim on birinci sınıf öğrencilerinin yanında model konusu ile ilgilenen uzmanlarla modeller ve modellerin bilimde kullanılması ile ilgili anlayışlarını belirlemek için mülakat yapılmıştır. Mülakatlarda; model türleri, modellerin amaçları, aynı olay/olgu ile ilgili birden çok ve farklı model, model oluşturma ve modellerin değişimi olmak üzere beş tema altında sorular kullanılmıştır. Çalışmada, model ve modelleme ile ilgili üç düzeyli genel bir sınıflandırma elde edilmiştir. İlköğretim öğrencilerinin birinci, ortaöğretim öğrencilerinin ikinci düzey ve uzmanların üçüncü düzey anlayışlara sahip olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerden hiç birinin uzman düzeyinde anlayışlara sahip olmadıkları belirlenmiştir. Birinci düzey anlayışa sahip ilköğretim öğrencilerinin modelleri gerçeğin kopyası olarak düşündükleri, ikinci düzey anlayışa sahip öğrencilerin çok az bir kısmının modellerin yeni bilgiler ışığında değişebileceğini ifade etmişlerdir. Modeller ile ilgili en üst düzey olan üçüncü düzey anlayışta ise modellerin değişen bilgiler ışığında değişebileceği, modellerin duyularla ulaşılamayan soyut kavramların temsilleri oldukları ve aynı olayı açıklayan birden çok modelin bulunabileceği belirlenmiştir. Araştırmacılar bu sonuçlara bağlı olarak kişilerin model ile ilgili anlayışları ve bilimin doğası anlayışları arasında bir ilişki bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Van Driel and Verloop (1999) model ve modellerin rolünün ön plana çıkarıldığı bir öğretim programı yenileme sürecine katılan deneyimli kimya, fizik ve biyoloji öğretmenlerinin model ve modellerin fen eğitimindeki rolü ile ilgili anlayışlarını sorgulayan bir çalışma yapmıştır. Çalışmada verilerin toplanması için likert tipi maddeler ile birlikte açık uçlu sorular kullanılmıştır. Sonuçta öğretmenlerin genelde modellerin gerçeklerin birer kopyası olduğunu düşündükleri belirlenmiştir.

Treagust et al. (2002) ise ortaöğretim öğrencilerinin modellerin doğası ile ilgili anlayışlarını belirlemek üzere bir test geliştirmişlerdir. Analizler sonucunda öğrencilerin modellerin doğası ile ilgili anlayışlarını; çoklu temsiller, gerçeğin kopyaları olarak bilimsel modeller, açıklama araçları, bilimsel modeller nasıl kullanılır ve

modellerin değişmesi olmak üzere beş tema altında toplamışlardır. Sonuçların, fen eğitiminde modellerin rolleri ve işlevlerinin öğretiminin bir ihtiyaç olduğunu ortaya koyduğunu dile getirmektedirler.

Yukarıda sıralanan çalışmalara benzer çalışmalar sayıları az da olsa ülkemizde de yapılmıştır. Bu çalışmalardan birinde fen bilgisi öğretmen adaylarının model ve modellerin fen eğitiminde kullanılması ile ilgili anlayışları irdelenmiştir. Çalışmada literatürdeki birçok çalışmanın aksine öğretmenlerin model ve modelleme ile ilgili anlayışlarının yeterli olduğu sonucuna varılmıştır (Harman, 2012).

Ülkemizde yapılan bir başka çalışmada ise eğitim fakültelerinde görev yapan fizik, kimya, biyoloji, fen bilgisi ve matematik öğretim elemanlarının modellerle ilgili görüşleri tespit edilmiştir. Harman'ın (2012) iddialarıyla çelişen bir şekilde, öğretim elemanlarının modeller ile ilgili bilgi eksikliklerinin bulunduğu görülmüştür (Güneş et al., 2004)..

Fen eğitiminde modellerin önemi ve işlevi dikkate alındığında ülkemizde yapılan çalışmaların oldukça sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Bilimdeki gelişmeler doğrultusunda son yıllarda yapılan öğretim programları incelendiğinde modellerin doğasına ve model ile destekli öğretime oldukça yoğun bir şekilde yer verildiği anlaşılmaktadır. 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 (Henze et al., 2007; Justi & van Driel, 2005). Bu bağlamda, bu çalışmanın amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modeller ile ilgili sahip oldukları anlayışları belirlemektir.

2. MATERYAL ve METODLAR

Bu çalışma, nicel araştırma yönteminin deneysel olmayan desenlerinden biri olan betimsel araştırma desenine göre tasarlanarak gerçekleştirilmiştir (McMillan & Schumacher, 2009).

Örneklem

Bu amaçla eğitim fakültesi fen bilgisi eğitimi anabilim dalında öğrenim gören 91, birinci sınıf fen bilgisi öğretmen adayı uygun örnekleme yöntemine göre seçilmiştir. Uygun örnekleme yöntemi rastgele seçimin yapılamadığı ve örnekleme kolay ulaşılabilirliğin tercih edildiği durumlarda kullanılmaktadır. Bu örnekleme yönteminin tercih edilmesi elde edilen sonuçların evrene genellenmesini sınırlandırmaktadır. Ancak, bu yöntem araştırma problemlerinin daha derinlemesine ve ayrıntılı olarak ele alınmasını sağlamaktadır (Drew, Hardman, & Hosp, 2007).

Uygulama

Öğretmen adaylarına lisans eğitimlerinin başlangıcında bilimsel modeller testi uygulanmıştır. Test sonuçları, öğretmen eğitimi başlangıcında öğretmen adaylarının bilimsel modellerle ilgili olarak hangi düzeyde anlayışları sahip oldukları göstermesi bakımından önemli olacaktır.

Veri toplama aracı

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak; orijinali Treagust et al. (2002) tarafından öğrencilerin bilimsel modeller ile ilgili anlayışlarını tespit etmek için geliştirilmiş "Öğrencilerin Bilimsel Modeller Anlayışı Testi" (SUMS) testi kullanılmıştır. Test, 27 adet beşli likert tipi maddeden oluşan oluşmaktadır. Treagust et al. (2002) tarafından yapılan faktör analizi sonucunda öğrencilerin modellerin doğası ile ilgili anlayışları; çoklu temsiller, gerçeğin kopyaları olarak bilimsel modeller, açıklama araçları, bilimsel modeller nasıl kullanılır ve modellerin değişmesi olmak üzere beş tema altında toplanmıştır. Bu çalışmada örneklem sayısı yeterli olmadığından ayrıca faktör analizi yapılmamıştır.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modeller ile ilgili anlayışlarını tespit etmek için yukarıda belirtilen test Türkçe'ye uyarlanarak kullanılmıştır. Uyarlanan testin içerik ve dil açısından kontrolleri için iki fen eğitimcisiinden destek alınmıştır.

Yapılan güvenirlik analizi sonucunda Cronbach's Alfa güvenirlik katsayısının 0.83 olduğu belirlenmiştir. Toplanan veriler

betimsel olarak analiz edilmiştir. retmen adaylarının anlayışlarındaki eğilimi daha net bir biçimde göstermek için beşli likert sonuçlar ulu likert şeklinde sunulmuştur. Bunun için 1, 2 ile 4 de 5 ile birleştirilmiştir. retmen adaylarının bilimsel modellerin; çoklu temsiller, gerçeğin kopyaları olarak bilimsel modeller, açıklama araçları, bilimsel modeller nasıl kullanılır ve modellerin değişmesi temaları ile ilgili anlayışlarının ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Örnekleme sayısı faktör analizi için yeterli olmadığından orijinal çalışmadaki (Treagust et al., 2002) faktörler dikkate alınarak retmen adaylarının anlayışları irdelenmiştir.

3.BULGULAR

Bu blimde, fen bilgisi retmen adaylarının bilimsel modellerin doğası ile ilgili anlayışları yukarıda belirtilen beş tema altında sunulmuştur. Tablolardaki sonuçlar testte bulunan maddelerin ortalamalarına göre sıralanmıştır.

Tablo 1’de sonuçlara göre fen bilgisi retmen adaylarının bilimsel modellerin anlamı ile ilgili anlayışlarının yeterli düzeyde olduğu görülmektedir. Bilimsel modellerin anlamı ile ilgili olarak verilen olumlu ifadelere katılanların ortalama oranının %78 olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç retmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimsel modellerin farklı fikirleri, düşünceleri ve nesneleri göstermek için kullanıldığını düşündüklerini göstermektedir. Fen bilgisi retmen adaylarının %91’i olay ve olguların neye benzediğini gösteren farklı fikirleri ortaya koymak için kullanıldığını düşünmektedirler.

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Modeller İle İlgili

Tablo 1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modellerin anlamı ile ilgili anlayışları

		Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum			
	1. Çoklu Temsiller	%	N		\bar{x}	SD	
1	Modeller, olayların farklı boyutlarına dikkat çekerek olguların daha iyi anlaşılmasına olanak sağlar.	98	1	1	89	4,56	0,58
4	Modeller, olay veya olguların neye benzediğini ya da nasıl çalıştığını açıklayan farklı fikirleri ortaya koymak için kullanılır.	91	9	0	90	4,38	0,65
5	Modeller, bir nesnenin farklı yönlerini ve biçimlerini göstermek için kullanılabilir.	85	2	12	89	4,25	0,80
2	Modeller, bir olayın farklı biçimlerini yansıtır.	81	16	3	90	4,02	0,73
3	Modeller, düşünceler arasındaki ilişkiyi açık bir biçimde gösterebilir.	70	27	2	88	3,94	0,79
8	Model, bilimsel bir olayı gösteren veya açıklayan gerekli şeyleri içerir.	74	17	9	89	3,92	1,00
7	Modeller, farklı bilgilerin nasıl kullanıldığını gösterir.	61	26	13	88	3,60	0,97
6	Modeller, bir nesnenin farklı yönlerini gösterebilir veya nesnelere farklı gösterebilir.	60	20	19	88	3,59	1,04
	Ort.	78	15	7	89	4,03	0,82

Tablo 2. Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modellerin “gerçeğin kopyaları” boyutu ile ilgili anlayışları

		Katılıyor	Kararsız	Katılmıyor			
	2. Gerçeğin Kopyaları	%			N	\bar{x}	SD
12	Model ile ilgili her bilginin, modelin neyi yansıttığını gösterebilmesi gerekir.	92	6	2	90	4,29	0,72
14	Model, doğru bilgiler vererek, olgu ve nesnenin neye benzediğini göstererek gerçeğe yakın olmalıdır.	83	4	3	90	4,26	0,73
15	Model, gerçeğin ne olduğunu ve neye benzediğini gösterir.	82	12	6	89	4,02	0,78
10	Model, gerçeğe benzemelidir.	77	10	13	86	3,86	1,02
16	Modeller, bazı nesnelerin daha küçük biçimlerini gösterir.	67	26	8	90	3,80	0,97
11	Model, hiç bir şüpheye yer bırakmayacak kadar gerçeğe çok yakın olmalıdır.	69	7	25	89	3,55	1,18
13	Model, ilgili olduğu olgu ve nesnelere, büyüklüğü dışında her yönüyle tam ve eksiksiz olarak benzemelidir.	53	21	26	89	3,45	1,19
9	Model, gerçeğinin bire bir kopyası olmalıdır.	30	24	46	89	2,85	1,27
	Ort.	70	14	16	89	3,76	0,98

Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modellerin doğası ile ilgili anlayışlarının en zayıf olduğu boyutun “gerçeğin kopyaları”

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Modeller İle İlgili

boyutu olduğu Tablo 2’de sunulan bulgulardan anlaşılmaktadır. Diğer taraftan bilimsel modellerin gerçeğin birebir kopyası olduğu düşüncesine katılan öğretmen adaylarının oranının sadece %30 olması anlayışlarının oldukça yeterli bir düzeyde olduğunu göstermektedir. Öğretmen adaylarının yarısından fazlasının (Tablo 2, 11., 13. ve 16., maddeler) modellerin büyüklüğü dışında yansıtmaya çalıştığı olguyu veya nesneye tam ve eksiksiz olarak benzemesi gerektiği düşüncesine katılmaları onların daha çok minyatür modellere aşına olduklarını göstermektedir.

Tablo 3. Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modellerin açıklama araçları olması boyutu ile ilgili anlayışları

		Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum			
	3. Açıklama Araçları	%			N	\bar{x}	SD
18	Modeller, bilimsel olaylarla ilgili olarak zihnimizde bir resim oluşturmaya yardımcı olur.	99	1	0	89	4,66	0,50
17	Modeller, olgu ve nesnelere fiziksel ve görsel olarak yansıtmak için kullanılır.	94	5	1	88	4,52	0,64
21	Model, bir diyagram veya resim, bir harita, grafik veya fotoğraf olabilir.	80	16	4	90	4,13	0,88
20	Modeller, bir fikri göstermek için kullanılır.	73	18	9	90	3,83	0,88
19	Modeller, bilimsel olayları açıklamak için kullanılır.	72	16	12	89	3,72	0,99
	Ort.	84	11	5	89	4,17	0,78

Tablo 3’de verilen sonuçlara göre, öğretmen adaylarının bilimsel modellerin birer açıklama aracı olma işlevleri ile ilgili olarak

yeterli anlayışlara sahip oldukları görülmektedir. Öğretmen adaylarının bilimsel modellerin doğası ile ilgili anlayışlarının en iyi olduğu boyutun da bu boyut olduğu belirlenmiştir. Bilimsel modellerin bilimdeki işlevlerinin açıklama olduğu anlayışına katılanların ortalama oranının %84 olduğu tespit edilmiştir.

Ortalama olarak öğretmen adaylarının %75'i bilimsel modellerin bilimsel araştırmalarda tahminler yapmak, teoriler ve yeni fikirler ortaya koymak ve modellerin bilimsel araştırmadaki işlevlerini göstermek için kullandıklarını düşünmektedirler. Bu sonuç fen bilgisi öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimsel modellerin bilimde kullanımları ile ilgili yeterli anlayışlara sahip olduklarını göstermektedir.

Tablo 4. Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modellerin kullanımı boyutu ile ilgili anlayışları

		Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum			
	4. Bilimsel Modellerin Kullanımı	%		N		\bar{x}	SD
23	Modeller, bilimsel araştırmalardaki işlevlerini göstermek için kullanılırlar.	75	17	7	89	4,37	4,22
22	Modeller, bilimsel olaylarla ilgili fikirleri veya teorileri ortaya koymaya yardımcı olmak için kullanılır.	89	8	3	89	4,17	0,71
24	Modeller, bir bilimsel olayla ilgili tahminlerde bulunmak ve tahminleri test etmek için kullanılırlar.	60	20	21	87	3,57	1,09
	Ort.	75	15	10	88	4,04	2,01

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Modeller İle İlgili

Öğretmen adaylarının dörtte üçünden fazlasının bilimsel modellerin; yeni kanıtların ortaya çıkması, bulguların elde edilmesi ve düşüncelerde bir değişimin olması neticesinde değişebileceği düşüncesine katıldıkları görülmektedir. Bu da öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimsel modellerin değişebilme özelliği ile ilgili yeterli anlayışlara sahip olduklarını göstermektedir. Bilimsel modellerin bu özelliği bilimsel bilgilerin her zaman değişime açık olma özelliği ile ilişkili bir özelliktir. Öğretmen adaylarının bilimsel modeller ile ilgili bu yöndeki anlayışlarının bilimsel bilgilerin doğası anlayışlarını da etkilemesi muhtemeldir. Fen eğitiminde bilimsel bilgilerin değişen doğasına yönelik anlayışlar etkili fen öğretimi açısından da oldukça önemli bir yere sahiptir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının %76'sının bilimsel modellerin doğasının beş boyutu ile ilgili olumlu düşüncelere katılmaları bilimsel modellerin doğası ile ilgili yeterli anlayışlara sahip olduklarını ortaya koymaktadır.

Tablo 5. Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modellerin değişebilmesi özelliği ile ilgili anlayışları

		Katılıyorrum	Kararsızım	Katılmıyorum			
		%			N	\bar{x}	SD
25	Yeni teoriler ve kanıtlar, modelin aksini ispat ettiğinde model değişebilir.	79	16	6	90	4,10	0,90
26	Model, yeni bulgular elde edildiğinde değişebilir.	74	19	7	90	4,03	0,98
27	Model, verilerde veya düşüncelerde bir değişiklik olduğunda değişebilir.	64	23	12	90	3,79	1,01
	Ort.	73	19	8	90	3,97	0,96
	Beş Boyutun Genel Ortalaması	76	16	10	90	3,97	0,96

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modeller ile ilgili anlayışları irdelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre; literatürdeki birçok çalışmanın (Danusso et al., 2010; Justi & Gilbert, 2003; Treagust et al., 2002; Van Driel & Verloop, 1999) aksine, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimsel modeller ile ilgili yeterli anlayışlara sahip oldukları, bilimsel modeller ile ilgili olarak verilen olumlu düşüncelere büyük oranda katılmaları sonucunda anlaşılmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun (%78) bilimsel modellerin bilimde farklı fikir ve düşünceleri ifade etmek için kullanıldığını belirten ifadeler katıldıkları belirlenmiştir. Bu sonuç literatürdeki diğer çalışmaların (Grosslight et al., 1991; Treagust et al., 2002; Van Driel & Verloop, 1999) sonuçları ile tutarlı olmakla birlikte olumlu düşüncelere katılım oranı bakımından elde edilmiş en yüksek katılım oranına sahip görünmektedir.

Bu çalışmada, literatürdeki bazı çalışmalardan (Harman, 2012; Justi & Gilbert, 2003; Van Driel & Verloop, 1999) farklı olarak öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimsel modellerin gerçeğin kopyaları olduğu düşüncesine katılmadıkları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının sadece %30'u bilimsel modellerin gerçeğin birebir kopyası olduğu düşüncesine katılmışlardır. Diğer dört boyuta kıyasla olumlu ifadeler katılanların oranın en düşük olduğu boyut olsa da öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimsel modellerin gerçeğin kopyaları olduğu düşüncesine katılmamaları bu yöndeki anlayışlarının yeterli olduğunu göstermektedir.

Öğretmen adaylarının bilimsel modellerin doğası ile ilgili olarak olumlu ifadeler katılım oranlarının en yüksek olduğu boyutun "açıklama araçları" boyutu olduğu belirlenmiştir. Ortalama olarak öğretmen adaylarının %84'nün bilimsel modellerin bilimdeki en önemli işlevlerinin açıklama olduğu düşüncelerine katıldıkları belirlenmiştir. Bu sonuç, öğretmen adaylarının bilimsel modellerin bilimsel açıklamadaki görsellik işlevini takdir ettiklerini göstermektedir. Bilimdeki birçok kavram öğrencilerin kendi zihinsel modellerini oluşturmalarını gerektirmektedir. Bilimsel modeller öğrencilerin kendi zihinsel modellerini oluşturmalarına yardımcı olmaktadır (Treagust et al., 2002).

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Modeller İle İlgili

Bilimsel modellerin doğası ile ilgili geriye kalan diğer iki boyutla ilgili anlayışların da yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının dörtte üçünden fazlasının bilimsel modellerin bilimde nasıl kullanıldıkları ve bilimsel modellerin değişmeye ve gelişmeye açık oldukları ile ilgili olarak yeterli anlayışlara sahip oldukları tespit edilmiştir. Bilimsel modellerin bu boyutları ile ilgili sonuçların literatürdeki sonuçlarla (Güneş et al., 2004; Harman, 2012)da tutarlı olduğu görülmektedir.

Daha önce yapılan çalışmalarda da ifade edildiği gibi bilimsel modellerin genellikle görsel ve somut modellerle sınırlandırıldığı görülmektedir. Bu anlayışların değiştirilmesi için bilimsel modellerin farklı türlerinin olduğu ve bilimde farklı kullanım alanlarının olduğu üzerinde durulması gerekmektedir (Gilbert et al., 1998b).

Bu konuda yapılacak çalışmalarda bilimsel modellerin doğasının açıkça vurgulanmasıyla yapılan derslerin öğrencilerin modellerin doğası ile ilgili anlayışlarını ve öğrencilerin akademik başarılarını nasıl etkilediği üzerinde durulması yararlı olacaktır.

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının bilimsel modeller ile ilgili anlayışlarının yeterli düzeyde olduğu sonucuna varılmasının fen eğitimi açısından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Ancak modeller ile ilgili anlayışların yeterlilik düzeyi, etkili fen eğitimi açısından tek başına yeterli değildir. Öğretmenlerin modeller ile ilgili anlayışlarını uygulamaya ne ölçüde yansıttıkları ve fen öğretiminde modellerden ne ölçüde yararlandıkları da oldukça önemlidir (Oh & Oh, 2011).

KAYNAKLAR

- Berber, N. C., & Güzel, H. (2008). Fen ve Matematik Öğretmen Adaylarının Modellerin Bilim ve Fendeki Rolüne ve Amacına İlişkin Alguları. *Selcuk University Social Sciences Institute Journal*(21).
- Campbell, T., Zhang, D. H., & Neilson, D. (2011). Model Based Inquiry in the High School Physics Classroom: An Exploratory Study of Implementation and Outcomes. *Journal of Science Education and Technology*, 20(3), 258-269. doi: Doi 10.1007/S10956-010-9251-6
- Celik, S., & Bayrakceken, S. (2006). The Effect of a "Science, Technology and Society" Course on Prospective Teachers' Conceptions of the

-
- Nature of Science. *Research in Science & Technological Education*, 24(2), 255-273.
- Coll, R. K. (2006). The role of models, mental models and analogies in chemistry teaching. In P. J. Aubusson, A. G. Harrison & S. M. Ritchie (Eds.), *Metaphor and analogy in science education* (Vol. 30, pp. 65-77). Printed in the Netherlands.: Springer.
- Collette, A. T., & Chiappetta, E. L. (1984). *Science Instruction in the Middle and Secondary Schools*. Columbus: Merrill Publishing Company.
- Crawford, B. A., & Cullin, M. J. (2004). Supporting prospective teachers' conceptions of modelling in science. *International Journal of Science Education*, 26(11), 1379-1401. doi: Doi 10.1080/09500690410001673775
- Danusso, L., Testa, I., & 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. doi: Doi 10.1080/09500690902833221
- Drew, C. J., Hardman, M. L., & Hosp, J. L. (2007). *Designing and conducting research in education*: Sage Publications.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130.
- Gilbert, J. K., Boulter, C., & Rutherford, M. (1998a). Models in explanations, part 1: Horses for courses? *International Journal of Science Education*, 20(1), 83-97. doi: Doi 10.1080/0950069980200106
- Gilbert, J. K., Boulter, C., & Rutherford, M. (1998b). Models in explanations, Part 2: Whose voice? Whose ears? *International Journal of Science Education*, 20(2), 187-203. doi: Doi 10.1080/0950069980200205
- Gobert, J. D., O'Dwyer, L., Horwitz, P., Buckley, B. C., Levy, S. T., & Wilensky, U. (2011). Examining the Relationship Between Students' Understanding of the Nature of Models and Conceptual Learning in Biology, Physics, and Chemistry. *International Journal of Science Education*, 33(5), 653-684. doi: 10.1080/09500691003720671
- Gobert, J. D., & Pallant, A. (2004). Fostering students' epistemologies of models via authentic model-based tasks. *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 7-22.
- Grosslight, L, Unger, C, Jay, E, & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high

- school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822.
- Güneş, B, Gülçiçek, Ç, & Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 35-48.
- Harman, G. (2012). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Model Ve Modelleme İle İlgili Bilgilerinin İncelenmesi. Paper presented at the X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde.
- Harrison, Allan G, & Treagust, David F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Henze, I., Van Driel, J., & 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. doi: Doi 10.1080/09500690601052628
- Ingham, A. M., & 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. doi: Doi 10.1080/0950069910130206
- Justi, R. S., & 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. doi: Doi 10.1080/09500690110110142
- Justi, R. S., & 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. doi: Doi 10.1080/09500690210163198
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2003). Teachers' views on the nature of models. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1369-1386. doi: Doi 10.1080/0950069032000070324
- Justi, R. S., & 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. doi: Doi 10.1080/0950069042000323773
- Krell, M., Upmeier zu Belzen, A., & Krüger, D. (2013). Students' Levels of Understanding Models and Modelling in Biology: Global or

- Aspect-Dependent? *Research in Science Education*, 1-24. doi: 10.1007/s11165-013-9365-y
- Maia, P. F., & Justi, R. (2009). Learning of chemical equilibrium through modelling-based teaching. *International Journal of Science Education*, 31(5), 603-630.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2009). *Research in education*: Pearson Education.
- Oh, P. S., & Oh, S. J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130.
- Saari, H., & Viiri, J. (2003). A research-based teaching sequence for teaching the concept of modelling to seventh-grade students. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1333-1352. doi: Doi 10.1080/0950069032000052081
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368. doi: Doi 10.1080/09500690110066485
- Van Driel, J. H., & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141-1153. doi: Doi 10.1080/095006999290110
- Zumdahl, S. S., & Zumdahl, S. A. (2012). *Chemistry*. USA: Cengage Learning.