



Eğitim Fakültelerindeki Fen ve Matematik Öğretim Elemanlarının Model ve Modelleme Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi

Bilal GÜNEŞ¹, Çağlar GÜLÇİÇEK², Necati BAĞCI³

¹Doç.Dr., Gazi Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara

²Arş.Gör., Gazi Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara

³Fizik Öğretmeni, Balgat Anadolu Teknik Lisesi, Ankara

ÖZET

Bu çalışma; eğitim fakültelerindeki fizik, kimya, biyoloji, fen bilgisi ve matematik öğretim elemanlarının, hem fen bilimlerinde, hem de fen bilimleri eğitiminde önemli bir yere sahip olan modellerin ne olduğu, fenedeki rolleri, niçin ve nasıl kullanıldıkları hususlarındaki görüşlerini tespit etmeye yöneliktir. Bu amaçla, 2002-2003 öğretim yılında eğitim fakültelerinde görev yapan fen ve matematik öğretim elemanları örneklem olarak seçilmiştir. Örneklem; 30'u Likert tipi, biri açık uçlu olmak üzere 31 sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar model/modelleme kavramlarının fen öğretimi içerisindeki rollerinin ve amaçlarının önemini vurgulamaktadır. Açık uçlu soruya verilen cevaplarda model örneklerinin sınırlı kalması, fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modellemenin doğası ile ilgili olarak bilgi eksikliklerinin olduğunu göstermektedir. Bu eksiklikler özellikle modellerin temsil ettiği nesneyi veya durumu ne derece yansıttığı ve nelerin model olarak nitelendirilebileceği ile ilgilidir. Bu nedenle, öğretim elemanlarının mesleki yaşantılarının vazgeçilmez bir parçası olan bilimsel modellerin doğasını daha yakından tanımasını gereklidir.

Anahtar kelimeler: Model, modelleme, fen öğretimi, fen ve matematik öğretim elemanı

GİRİŞ

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). Bu tanımlama, modellerin ve modellemenin fen bilimleri içerisindeki sınırlarının belirgin bir şekilde, sözlüklerde yer alan kelime anlamları gibi, çizilemeyeceğini ifade etmektedir. Model ve modellemenin terimsel anlamları aslında, bilimsel süreç becerileri kapsamında, bilim adamlarının yeni ürünler (*kanun, teori, prensip, eşitlik, formül v.b.*) ortaya çıkarmak için izledikleri aşamaları ve bu aşamaların sonuçlarını kısaca özetlemektedir. Adams ve Le Verier' in yerçekimi kavramına dayalı bir model kullanarak, Uranüs gezegeninin varlığını tahmin etmeleri ve bu tahminin yapılmasından kısa bir süre sonra da Uranüs'ün varlığının kesinleşmesi yada ilk kez Thomson'un ortaya attığı atom modelinin yerini, elde edilen yeni bilgiler ışığında, önce Rutherford sonra Bohr atom modeline bırakması gibi örnekler, model kullanımı ve modelleme işleminin yeni

bilimsel ürünlerin ortaya çıkarılmasındaki rolü ve kapsamı hakkında fikir edinilmesine yardım edecektir.

Model ve modelleme fen öğretiminin ayrılmaz bileşenleridir (Bu kavramlarla ilgili geniş açıklamalar EK.1' de verilmiştir). Özellikle, fen bilimlerinin soyut tabiatı, modellerin fen sınıflarındaki kullanım alanlarını ve işlevlerini genişletmektedir. Fen öğretiminde, soyut kavramlar gibi bazı somut kavramların da öğrenciler için ulaşılabilir ve anlaşılabilir yapılması oldukça güç olabilmektedir. Örneğin, soyut bir kavram olarak manyetik alan kuvvet çizgileri öğrencilerin etkileşim içinde buldukları bir kavram değildir. Bu şekildeki problemler fen ve matematik öğretim elemanlarını kavramların öğretilmesi için farklı çözümler üretmeye zorlamaktadır. Yani, fizikte elektrik ve manyetik alan şiddetlerinin *çizgi grupları* biçiminde yada kimyada atomik yapıların açıklanmasında kullanılan kimyasal bağların *çubuk*, atomların ise *küçük toplar* halindeki temsilleri düşünüldüğünde, model ve modellemenin fen öğretimi ve öğrenimindeki önemi ortaya çıkmaktadır.

Fen öğretiminin temel felsefesi öğrencilere bilimsel düşünme ve çalışma becerilerini kazandırmak olduğuna göre, öğrenciler sınıflarda modellerin ve modelleme işleminin tabiatını anlamalarına ve bunları bireysel çalışmalar yada grup çalışmaları şeklinde uygulamalarına imkan sağlanmalıdır. Fen sınıflarında bu imkanı öğrencilere sağlayacak olan fen ve matematik öğretim elemanları olacağına göre, öncelikle fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkında yeterli bilgi donanımına sahip olmaları gerekmektedir.

AMAÇ

Bu çalışmada eğitim fakültelerindeki fizik, kimya, biyoloji, fen bilgisi ve matematik öğretim elemanlarının modellerin fen ve fen öğretimi için anlamı ile niçin ve nasıl kullandıkları hususlarındaki görüşlerini tespit etmek amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Bu çalışmada anket yöntemi kullanılmıştır. Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerini tespit etmek amacıyla Likert-tipi 30 madde ve bir açık uçlu sorudan oluşan bir anket hazırlanmıştır. Öğretim elemanının ankete katılımlarını kolaylaştırmak ve farklı eğitim fakültelerinde görev yapan öğretim elemanlarına da ulaşabilmek amacıyla hazırlanan anket web ortamına aktarılmıştır. Web adresi <http://w3.gazi.edu.tr/~bgunes/php/27/> olan site öğretim elemanlarına elektronik posta yoluyla duyurularak ankete katılmaları sağlanmıştır. Anketteki açık uçlu soruya verilen cevaplar Harrison ve Treagust'un (2000) yapmış olduğu model sınıflandırması (bu sınıflandırma EK.1' de verilmiştir) dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Örnekleme

Anket katılanların sayısı, mesleki tecrübesi (1-5) yıl arasında olan 9, (6-10) yıl arasında olan 4, (11-15) yıl arasında olan 3, (16-20) yıl arasında olan 3 ve (26) yıl ve üzerinde olan 6 öğretim elemanı olmak üzere toplam 25 kişidir. Ankette katılan öğretim elemanlarının 9'u "fizik eğitimi", 6'sı "kimya eğitimi", 3'ü "biyoloji eğitimi", 4'ü "fen bilgisi eğitimi" ve 3'ü "matematik eğitimi" ana bilim dalında çalışmaktadır.

Ölçme Aracı

Araştırmada kullanılan anketin 30 maddesinden 26'sı Treagust'un (2002) "*Students' Understanding of the Role of Scientific Models in Learning Science*" isimli çalışmasından alınmıştır. Son 4 test maddesi ise, fen ve matematik öğretim elemanlarının bilimsel model örnekleri hakkındaki düşüncelerini belirlemek için yazarlar tarafından geliştirilip ilave edilmiştir. Bu işlemler sonunda, 30 maddeden oluşan beş seçenekli likert-tipi ve bir açık uçlu sorudan oluşan bir anket hazırlanmıştır. Fen ve matematik öğretim elemanlarından her bir madde için (*H*) hiç katılmıyorum, (*P*) pek katılmıyorum, (*F*) fikrim yok/karasızım, (*K*) katılıyorum ve (*T*) tam katılıyorum şeklinde sıralanan katılma derecelerinden kendilerine uygun olan herhangi birini işaretlemeleri istenmiştir. Anketin en son kısmında, açık uçlu soru kapsamında, öğretim elemanlarının zihinlerinde var olan model örneklerini ayrıca yazabilmeleri için boş bir alan bırakılmış ve bu alanı da doldurmaları istenmiştir.

Ankette yer verilen 30 madde, modellerin ne olduğu, fen bilimleri içerisindeki rolleri, modellerin niçin/nasıl kullanıldıkları, modellerin değişmesine nelerin sebep olduğu ve nelerin model olduğu hakkında fen ve matematik öğretim elemanlarının düşüncelerinin neler olduğunu belirlemek için 6 grup olarak Tablo 1 de gösterilmiştir. Bunlar;

Tablo 1. Test Maddelerinin Amaçlara Göre Gruplandırılması

<i>Madde Aralığı</i>	<i>Dahil Olduğu Grup</i>	<i>Amaçlar</i>
1-7	<i>ÇTM Çoklu temsiller olarak modeller</i>	<i>Çoklu temsiller olarak modeller hakkındaki görüşleri ortaya çıkarmak</i>
8-15	<i>TKM Tam bir kopya olarak modeller</i>	<i>Bir modelin temsil ettiği nesneye ne kadar benzeyebileceği ile ilgili algılamaları tespit etmek</i>
16-20	<i>AAM Açıklayıcı araçlar olarak modeller</i>	<i>Herhangi bir olgunun anlaşılmasında modelin yaptığı katkı ile ilgili düşünceleri belirlemek</i>
21-23	<i>BMK Bilimsel modellerin kullanımı</i>	<i>Modellerin tanımlayıcı ve açıklayıcı olmasının dışında nasıl kullanılabilceği konusundaki anlayışları saptamak</i>
24-26	<i>MYD Modellerin yapısının değişimi</i>	<i>Modellerin kalıcılığı (sürekliliği) ile ilgili görüşleri belirlemek</i>
27-30	<i>MÖ Model örnekleri</i>	<i>Kullanılan model örneklerini tespit etmek</i>

Bu anketin kapsamı, modellerin belirli özel yönleriyle ilgili olarak fen ve matematik öğretim elemanlarının düşüncelerinin sınırlarını belirlemeye yöneliktir. Gruplara ayrılmış ankette, her bir madde modellerin bir yönünü ortaya çıkaracak yönde geliştirilmiş olup, öğretim elemanlarının modellerin karakteristikleri hakkındaki görüşlerini değerlendirmeye yardım etmektedir. Ankette yer alan gruplar içerisinde aynı amaca yönelik birden fazla maddenin bulunması öğretim elemanlarının ifade ettiği düşüncelerin tutarlılığı hakkında fikir verir. Ankette yer alan (*Madde 4*) *Bir cismin farklı yönlerini veya şekillerini göstermek için birden çok model kullanılabilir* maddesi çoklu temsiller olarak modeller ve açıklayıcı araçlar olarak modeller gruplarının her ikisine birden girer. Benzer şekilde, (*Madde 13*) *Bir model doğru bilgi verecek ve cismin nasıl görüldüğünü gösterecek şekilde gerçek cisme benzemelidir* ve (*Madde 14*) *Bir model gerçek cismin ne olduğunu ve nasıl görüldüğünü gösterir* maddeleri ise tam kopya olarak modeller ve açıklayıcı araçlar olarak

modeller gruplarına girer. *Bir model, bir diyagram, bir resim, bir harita, grafik veya bir fotoğraf olabilir (Madde 20) ve Teori oluştururken modeller kullanılır (Madde 27)* model örnekleri ve açıklayıcı araçlar olarak modeller grubuna girer. Bununla birlikte, gruptaki maddeler bir birlerini tamamlamaktadırlar.

BULGULAR

Araştırmadan elde edilen bulgular iki başlık altında toplanmıştır. Birinci başlık altında, fen ve matematik öğretim elemanlarının ÇTM, TKM, AAM, BMK, MYD ve MÖ gruplarına ayrılan likert-tipi anketteki maddelere verdikleri cevapların analizine ait bulgular ifade edilmiştir. İkinci başlık altında ise, fen ve matematik öğretim elemanlarının anketteki açık uçlu soruya yazdıkları model örnekleri yorumlanmıştır.

1. Test Maddelerinin Analizi Sonucunda Elde Edilen Bulgular

a) Çoklu temsiller olarak modeller (Tablo 2, Madde 1-7)

Herhangi bir olgu için tasarlanmış alternatif modeller, açıklanmak istenen olgu için değişik bakış açıları ve fiziksel görünümler sağlayabilmektedir. Fen ve matematik öğretim elemanlarının büyük bir kısmı bu genel görüşü paylaşmıştır (Madde 1-7). Fen ve matematik öğretim elemanları, bilimsel bir olayın özelliklerini ifade etmek için birçok model kullanılabileceği konusunda hem fikirdirler. Ayrıca, öğretim elemanları, *bir model bir bilimsel olayı göstermek veya açıklamak için gereken her şeyi içerir* görüşüne katılmayarak, modeller ile modelin temsil ettiği gerçekler arasında paylaşılan özellikler bulunabileceği gibi paylaşılmayan özelliklerinde var olacağına farkında olduklarını göstermişlerdir (Madde 7). Çünkü hiçbir zaman hiçbir model bir gerçeği yüzde yüz temsil edemez, ederse zaten model gerçeğin kendisi olur.

b) Tam kopya olarak modeller (Tablo 2, Madde 8-15)

Fen ve matematik öğretim elemanlarının %48,0'ı, modellerin tam bir kopya olduğu ifadesini tamamen reddetmiş, %28,0'ı benimsememiş ve %16,0'ı ise bu konuda kararsız kalmıştır (Madde 8). İlginç bir şekilde, *bir model gerçek cisme benzemelidir* görüşüne katılanların oranı %36,0 iken, bu görüşü benimsemeyenlerin oranı ise %32,0'dır (Madde 9). Elektrik alan şiddetinin, alan çizgileri şeklindeki temsilleri düşünüldüğünde, modelin temsil ettiği hedefe benzemek zorunda olmadığı açıkça ortadadır. Benzer şekilde, kuvvetin Newton mekaniği içerisinde F ile sembolize edilmesi de bunu destekler yöndedir. Madde 14'de aynı durum söz konusudur. Öğretim elemanlarının %36,0'ı, modellerin gerçek cismin ne olduğunu ve nasıl görüldüğünü temsil edebileceklerini düşünmektedir. %36,0'ı ise bu düşüncüyü paylaşmamakta ve %8,0'ı tamamen reddetmektedir. TKM grubundaki maddelerinin birbirini tamamlar nitelikte olduğu hatırlanırsa, öğretim elemanlarının modellerin tam bir kopya olup-olmadığı konusunda yaklaşık olarak yarı yarıya farklı görüşü paylaştığı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte fikir belirtmeyenlerin oranlarını da ihmal etmemek gerekir (Madde 10-11-12-13). Madde 9-11-12-13 ve 14'e verilen cevaplar genel olarak değerlendirildiğinde de (ortalama değerler dikkate alındığında), maddelerde ifade edilen görüşler konusunda katılımcıların genel olarak kararsız olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu bulgular fen ve matematik öğretim elemanlarının belirgin bir kısmının, modellerin temsil ettiği gerçeğe yaklaşması gerektiğini kabullendiklerine işaret etmektedir. Fakat, öğretim elemanlarının %36,0'ı ve %48,0'ı, modellerin nesnelere küçültülmüş halleri olduğu fikrini kabul etmemektedirler.

Tablo 2. Eğitim Fakültelerindeki Fen ve Matematik Öğretim Elemanlarının Model/Modelleme Hakkındaki Görüşlerinin İstatistiksel Analiz Sonuçları

FEN ÖĞRETİCİLERİNİN GÖRÜŞLERİ	N	\bar{X}	S	T	K	%		
						F	P	H
ÇTM1. Bir bilimsel olayın farklı yönlerini göstererek bu olayın özelliklerini ifade etmek için bir çok model kullanılabilir.	25	4,2800	1,0214	52,0	36,0	4,0	4,0	4,0
ÇTM2. Bir bilimsel olay için geliştirilen birden çok model, olayın farklı versiyonlarını (çeşitlerini) temsil eder.	25	3,9200	0,9967	32,0	40,0	16,0	12,0	0,0
ÇTM3. Modeller fikirler arasındaki ilişkiyi açık bir şekilde gösterebilir.	25	3,9600	0,8406	28,0	44,0	24,0	4,0	0,0
ÇTM4. Bir cismin farklı yönlerini veya şekillerini göstermek için birden çok model kullanılabilir.	25	4,1600	1,0279	48,0	32,0	8,0	12,0	0,0
ÇTM5. Birden çok model, bir cismin farklı kısımlarını gösterir veya cisimleri farklı şekilde gösterir.	25	3,6800	1,2490	32,0	32,0	12,0	20,0	4,0
ÇTM6. Birden çok model farklı bilgilerin nasıl kullanıldığını gösterir.	25	4,0400	1,0599	40,0	36,0	16,0	4,0	4,0
ÇTM7. Bir model bir bilimsel olayı göstermek veya açıklamak için gereken her şeyi içerir.	25	2,2400	1,0909	4,0	12,0	12,0	48,0	24,0
TKM8. Bir model tam bir kopya olmalıdır.	25	1,8800	1,0924	4,0	4,0	16,0	28,0	48,0
TKM9. Bir model gerçek nesneye benzerdir.	25	2,8000	1,2247	4,0	36,0	12,0	32,0	16,0
TKM10. Bir model, hiç kimsenin reddemeyeceği kadar, gerçek cisme tam olarak benzerdir.	25	2,3600	1,1136	8,0	4,0	24,0	44,0	20,0
TKM11. Bir model ile ilgili her şey, modelin temsil ettiği olayı anlatabilmelidir.	25	3,1600	1,2138	12,0	36,0	16,0	28,0	8,0
TKM12. Bir model, boyutu hariç, gerçek cisme tam olarak benzerdir.	25	2,6400	1,2207	8,0	20,0	16,0	40,0	16,0
TKM13. Bir model, doğru bilgi verecek ve cismin nasıl görüldüğünü gösterecek şekilde, gerçek cisme benzerdir.	25	3,1200	1,1662	12,0	32,0	16,0	36,0	4,0
TKM14. Bir model, gerçek cismin ne olduğunu ve nasıl görüldüğünü gösterir.	25	3,0800	1,2557	12,0	36,0	8,0	36,0	8,0
TKM15. Modeller bir şeyin küçültülmüş halidir.	25	2,0000	1,1547	8,0	4,0	4,0	48,0	36,0
AAM16. Modeller, bir şeyi fiziksel veya görsel olarak temsil etmekte kullanılır.	25	3,9200	1,1874	40,0	32,0	12,0	12,0	4,0
AAM17. Modeller bilimsel olayların zihninizde bir resmini oluşturmanıza yardımcı olur.	25	4,2800	0,7371	40,0	52,0	4,0	4,0	0,0
AAM18. Modeller bilimsel olayı açıklamakta kullanılır.	25	4,2000	0,8660	44,0	36,0	16,0	4,0	0,0
AAM19. Modeller bir fikri göstermekte kullanılır.	25	4,0000	1,2910	48,0	28,0	8,0	8,0	8,0
AAM20. Bir model, bir diyagram, bir resim, bir harita, grafik veya bir fotoğraf olabilir.	25	3,8000	1,4142	44,0	24,0	12,0	8,0	12,0
BMK21. Modeller, bilimsel olaylar hakkındaki fikir ve teorilerin formüle edilmesine yardımcı olmak için kullanılır.	25	4,0400	1,0198	40,0	36,0	12,0	12,0	0,0
BMK22. Modellerin bilimsel araştırmalarda nasıl kullanıldıklarını göstermek için yine modeller kullanılır.	25	3,4400	1,2275	24,0	28,0	20,0	24,0	44,0
BMK23. Modeller, bir bilimsel olay hakkında tahmininde bulunmak ve tahminleri test etmek için kullanılır.	25	3,4800	1,2288	20,0	40,0	16,6	16,0	8,0
MYD24. Yeni teori veya olaylar farklı olguları doğruluyorsa bir model değişebilir.	25	4,1200	1,0132	44,0	32,0	20,0	0,0	4,0
MYD25. Yeni buluşlar olursa bir model değişebilir.	25	4,5600	0,7681	68,0	24,0	4,0	4,0	0,0
MYD26. Verilerde veya inançlarda değişiklik olursa bir model değişebilir.	25	4,1200	0,9713	44,0	32,0	16,0	8,0	0,0
MÖ27. Teori oluştururken modeller kullanılır.	25	4,0000	1,2247	48,0	24,0	12,0	12,0	4,0
MÖ28. Tablo, formül, kimyasal sembol ve şema birer modeldir.	25	3,1600	1,7483	40,0	8,0	8,0	16,0	28,0
MÖ29. Maket ve oyuncak birer modeldir.	25	4,0800	0,9092	36,0	44,0	12,0	8,0	0,0
MÖ30. Newton kanunları, Arşimet prensibi, Evrim teorisi ve Pisagor teoremi birer modeldir.	25	3,2400	1,6902	36,0	16,0	12,0	8,0	28,0

ÇTM:Çoklu temsiller olarak modeller TKM:Tam kopya olarak modeller AAM:Açıklayıcı araçlar olarak modeller BMK: Bilimsel modellerin kullanımı MYD: Modellerin yapısını değişimi MÖ: Model örnekleri

\bar{X} : Ortalama değer T: Tam katılıyorum K: Katılıyorum F: Fikrim yok P: Pek katılmıyorum H: Hiç katılmıyorum N: Anketi cevaplayan öğretim elemanı sayısı S: Standart sapma %: Yüzdelik oran

c) Açıklayıcı araçlar olarak modeller (Tablo 2, Madde 16-20)

Fen ve matematik öğretim elemanlarının açıklayıcı araçlar olarak modellerin rollerinin farkındadırlar. %40,0'ı modellerin gerçekleri fiziksel veya görsel olarak temsil edebileceğini ifade etmişlerdir. *Modeller bilimsel olayların zihninizde bir resmini oluşturmamıza yardımcı olur* görüşü büyük bir çoğunlukla kabul edilmektedir (Madde 17). Bu madde zihinsel modellerin varlığını vurgulamaktadır. Yani, öğretim elemanları modelin temsil ettiği gerçekle ilgili olarak zihinde yeni düzenlemeler yapıldığı ve bunun da temsil edilen gerçeği çeşitli bakış açıları ile değerlendirmeye olanak sağladığının bilincindedirler. Fen ve matematik öğretim elemanlarının %44,0'ı, Madde 16'ya verdikleri cevaplara paralel olarak, diyagramların, resimlerin, haritaların, grafiklerin veya fotoğrafların birer model olarak nitelendirileceğini savunmuşlardır (Madde 20). Fakat, unutmamak gerekir ki, hiçbir bilimsel model temsil ettiği gerçekle doğrudan etkileşmez ve bu nedenle fotoğraflar yada spektrum çizgileri model olarak nitelendirilmezler. Fakat, madde 20, öğretim elemanlarının bu ayrımı yapıp-yapamadıkları konusunda bir fikir veremediği için, bu konuda bir yargıya varılamamıştır.

d) Bilimsel modellerin kullanımı (Tablo 2, Madde 21-23)

Bu gruptaki maddelere verilen cevapların ortalama değerleri, bilimsel modellerin neden kullanıldığı konusunda fen ve matematik öğretim elemanlarının yeterli bilgiye sahip olduğu (Madde 21-22-23) sonucuna götürse de, modellerin bilimsel araştırmalarda nasıl kullanıldıklarını göstermek için yine modeller kullanılır (Madde 22) fikrini %44,0'lık bir kısmın tamamen reddetmesi modellerin tabiatı hakkında halen büyük bir çoğunluğun sıkıntı yaşadığını göstermektedir. Çünkü Treagust (2002) tarafından yapılan model sınıflandırılması dikkate alındığında, modellerin araştırmalarda nasıl kullanıldıklarını göstermek için yine modellere ihtiyaç duyulacağı kesindir. Bu ihtiyacı tamamen kabul edenlerin oranı ise düşük olup, %24,0'dır.

e) Modellerin yapısının değişimi (Tablo 2, Madde 24-26)

Fen ve matematik öğretim elemanlarının büyük bir çoğunluğu elde edilen yeni bilgiler doğrultusunda modellerin değişebileceği görüşünü paylaşmaktadırlar (Madde 24-25-26). Bu durum, öğretim elemanlarının modelleri durağan gerçekler olarak algılamadıklarına ve ihtiyaç duyuldukça modellerin değiştirilebileceğinin farkında olduklarına işaret etmektedir. Fakat, sadece Madde 24'te belirtilen yeni teori veya olaylar farklı olguları doğruluyorsa bir model değişebilir ile ilgili olarak öğretim elemanlarının %20,0'sinin kararsız olması, modellerin hangi durumlarda yenilenebileceği konusunda azda olsa bazı eksiklikler olduğunu vurgulamaktadır.

f) Model örnekleri (Tablo 2, Madde 27-30)

Fen ve matematik öğretim elemanlarının %48,0 ve %24,0'ı teorilerin oluşturulmasında modellerin kullanıldığını kabul etmektedir. %12,0'ı ise bu konuda kararsız olup yine %12,0'ı teorilerin oluşturulmasında modellerin kullanıldığını benimsememektedir (Madde 27). Katılımcıların %40,0'ı, tablo, formül, kimyasal sembol ve şemaları birer model olarak nitelendirirken, %28,0'ı bu nitelendirmeyi tamamen ve %16,0'ı ise kısmen reddetmektedirler (Madde 28). Fakat, öğretim elemanlarının çoğunluğu Madde 29'daki maket ve oyuncak birer modeldir görüşünü kabul etmektedir. Bununla birlikte, %36,0'lık kısmın Newton kanunları, Arşimet prensibi, Evrim teorisi ve Pisagor teoremi birer modeldir fikrini tamamen kabul

etmesine karşın, %28,0'lik kısım ise bu fikri tamamen reddetmektedir (Madde 30). MÖ grubundaki test maddelerinden elde edilen veriler, öğretim elemanlarının belirgin kısmının modeller kapsamına giren örneklerin neler olduğu konusunda yeterli bilgiye sahip olmadığını göstermektedir. Treagust (2002) tarafından yapılan model sınıflandırmasında Madde 30'da ifade edilen örneklerin birer bilimsel model olduğu açıkça anlaşılmaktadır.

2. İfade Edilen Model Örneklerinin Analizi Sonucunda Elde Edilen Bulgular

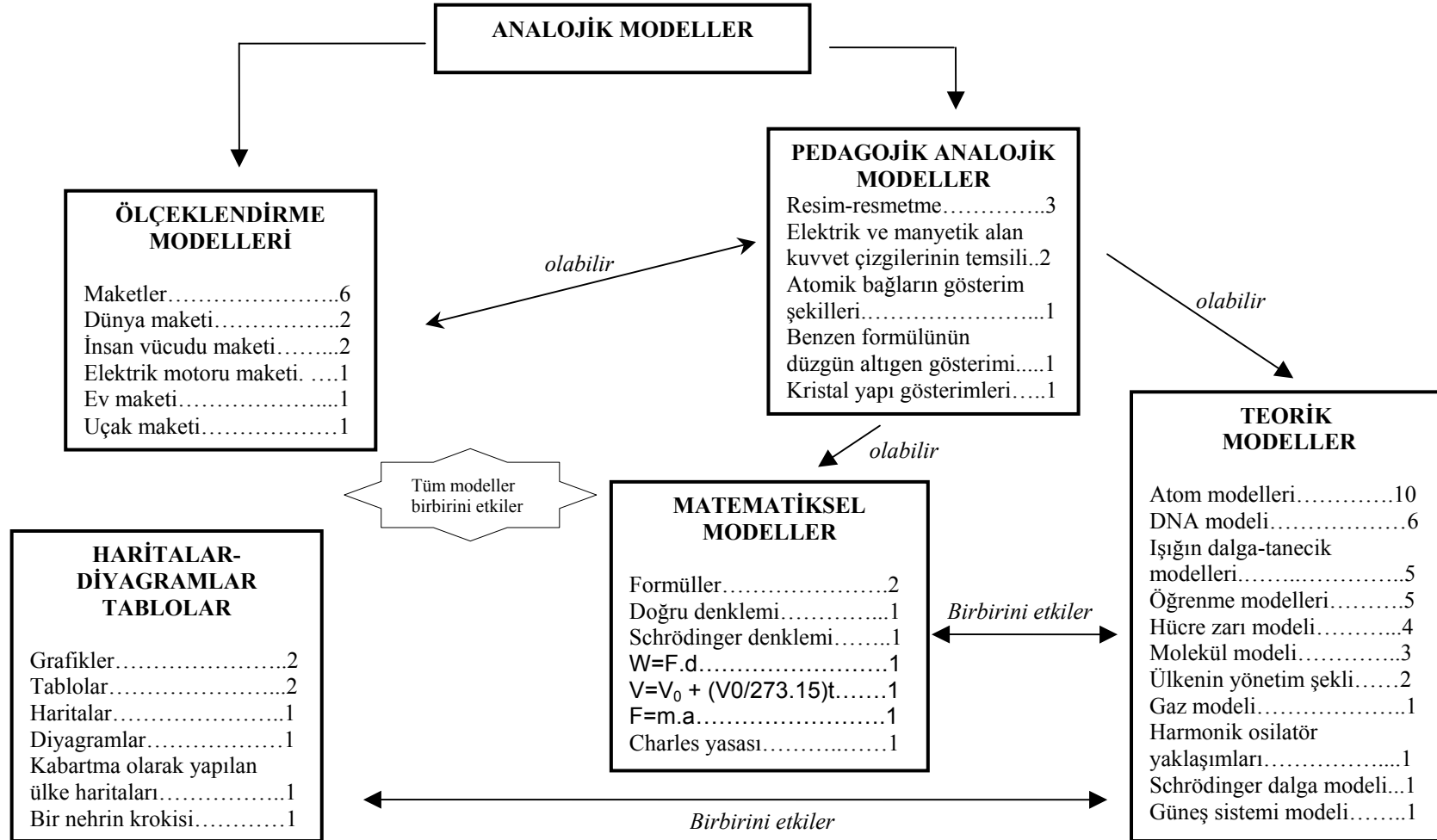
Fen bilimleri ve matematik öğretim elemanlarının ifade ettikleri modeller incelenerek aşağıdaki şemada (*Şema 1.*) olduğu gibi sınıflandırılmıştır. Model örnekleri, ölçeklendirme modelleri, pedagojik analogik modeller, matematiksel modeller, teorik modeller ve harita-tablo-diyagramlar ile sınırlı kalmıştır. Bu kısımdan elde edilen bulgular, fen ve matematik öğretim elemanlarının MÖ (Madde 27-28-29-30) grubundaki maddelere verdikleri cevaplar ile ifade ettikleri model örnekleri arasındaki tutarlılığı hakkında fikir verebilmektedir. Verilen örneklerin çoğunu özellikle ölçeklendirme ve teorik modeller oluşturmaktadır. Ölçeklendirme modellerine verilen örnekler en fazla maketler üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu yoğunlaşma, ankette yer alan Madde 29'a (maket ve oyuncak birer modeldir) verilen cevapların yüzdeleri ile uyumludur (tam katılma oranı %36,0, katılma oranı %44,0).

Teorik model sınıfındaki örnek sayısının fazla olması aslında yanıltıcıdır. Çünkü madde 30'u (Newton kanunları, Arşimet prensibi, Evrim teorisi ve Pisagor teoremi birer modeldir), öğretim elemanlarının %28,0'ı tamamen reddetmiş ve %12,0'ı ise bu madde hakkında görüş belirtmemiştir. Teorik model sınıfındaki örnek sayısının diğerleri ile karşılaştırıldığında çok fazla olmasının, bu örneklerin (atom modelleri, ışığın dalga tanecik modeli, DNA modeli v.b.) fen bilimleri literatüründe zaten model olarak anılmasından kaynaklandığını düşünülebilir.

Elektrik ve manyetik alan çizgilerinin temsili, atomik bağların gösterim şekilleri, benzen formülünün düzgün altıgen gösterimi ve kristal yapı gösterimlerini (pedagojik-analogik modeller) model olarak nitelendiren öğretim elemanlarının modellerin tabiatı hakkında daha fazla bilgi sahibi oldukları söylenebilir. Benzer durum, *doğru denklemi, Schrödinger denklemi, $W=F.d$, $V=V_0+(V_0/273.15)t$ ve $F=m.a$* (matematiksel modeller) örneklerini verenler için de geçerlidir.

Öğretim elemanları her ne kadar ifadelerinde ölçeklendirme, teorik, matematiksel ve harita-tablo-diyagram sınıflandırmasına dahil edilen birçok model örneğine yer vermişlerse de simgesel/sembolik, simülasyonlar, kavram/süreç, senteze dayalı ve zihinsel model sınıflandırmasına dahil edilebilecek örnekler vermemişlerdir.

Şema 1. Fen ve Matematik Öğretim Elemanlarının İfade Ettikleri Model Örneklerinin Sınıflandırılması ve Örneklerin Frekans Dağılımları



TARTIŞMA

Sınıflarda fen ve matematik öğretim elemanlarının model kullanma ve model geliştirme etkinliklerine önem vermeleri, öğrencilere kendi modellerini oluşturma ve test etmelerine imkan sağlamaları, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirerek birer bilim adamı gibi davranmalarına yardımcı olur. Öğretim elemanlarının belirli bir kısmının modelleri temsil edilen hedeflerin birer kopyası olarak nitelendirmeleri, öğrencilerin modelleri durağan gerçekler olarak algılamalarına sebep olabilmektedir. Grosslight (1991) yaptığı araştırmada, birçok öğrencinin modelleri gerçeklerin bir kopyası olarak nitelendirdiği ve çok az sayıda öğrencinin ise, modelleri düşüncelerin yada soyut varlıkların birer temsili olarak değerlendirdiği sonucuna ulaşmıştır. Van Driel ve Verloop (1999) ise, çoğu öğretmenin modelleri gerçeklerin basitleştirilmiş veya şematik temsilleri olarak düşündüklerini belirtmiştir. Bu sonuçlar, öğretmenlerle öğrencilerin modeller hakkındaki görüşleri arasında bir bağlantı olduğu şeklinde yorumlanabilir. Farklı bir bakış açısı da, Harrison'nun (2001), ders kitaplarının model kullanım şekilleri ile öğretmenlerin kullanım şekilleri arasında bağlantı olduğuna işaret etmesidir.

Justi ve Gilbert (2002), öğretmenlerin farklı versiyonlardaki temsillerin faydalarını fark ettiklerine belirtmektedir. Öğretim elemanlarının çoğunluğu da, herhangi bir kavram veya olgu için geliştiren farklı modellerin kavram veya olgunun açık hale getirilmesine yardım edeceği konusunda hemfikirlerdir. Çünkü çoklu modeller bilgileri hatırlamaktan ziyade asıl temayı araştırmaları için öğrencileri cesaretlendirir (Harrison, 2001).

Öğretim elemanları zihinsel modellerin herhangi bir olguyu zihinlerimizde canlandırmamıza yardım edeceğini belirtmektedir. Fakat model örnekleri kısmında bir model örneği olarak zihinsel modellere rastlanmaması ilginçtir. Justi ve Gilbert'in (2002) çalışmasında, öğretmenler modelleri, tümevarım veya tümdengelim ya da her ikisinin karışımı şeklinde geliştirebileceğini ifade etmektedir. Ayrıca bu çalışmada, öğretmenler mental modellerin oluşturulmasında bilim adamlarının diğer kişilere nazaran farklı yeteneklerinin olduğunu belirtmiştir. Justi ve Gilbert (2002) modellemenin fen literatüründe açıkça tartışılmamasının, modellemenin eksik bir şekilde ele alınmasına yol açabileceğine işaret etmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada, eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının modellerin ne olduğu, fen bilimleri içerisindeki rolleri, modellerin niçin/nasıl kullanıldıkları, modellerin değişmesine nelerin sebep olduğu ve nelerin model olduğu hakkındaki görüşleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Öğretim elemanlarının görüşleri, anket maddelerinin gruplandırılmasına paralel olarak değerlendirilmiştir.

Fen ve matematik öğretim elemanlarının, bir olgunun birden fazla modelle temsil edilmesi konusunda olumlu kabullere sahip olmalarına karşın, modellerin temsil ettikleri gerçekleri ne derece temsil etmesi gerektiği konusunda ise belirgin bir kanıya sahip değildirler. Modellerin ne için kullanıldığı ile ilgili olarak ortaya çıkan sonuçlar, örneklemin bu konuda yeterince bilgi sahibi olduğunu göstermektedir. Örneklemin özellikle kabul ettiği anket maddelerini MYD grubundaki maddeler oluşturmaktadır. Ortaya çıkan yeni bilgiler ışığında modellerin değişebileceği büyük bir çoğunluk tarafından kabul görmektedir. Modellerin örneklerini yansıtan anket maddelerine verilen cevaplar ise, örneklemin daima kullandıkları temsillerin birer model örneği olduklarının farkında olmadıklarına işaret etmektedir.

Örneklemin vermiş oldukları model örnekleri, çoğunlukla dile getirilen örneklerin dışına pek çıkamamıştır. Özellikle, örneklemin modellerin temsil ettikleri gerçeğe yakın

olmaları gerektiği fikrinden uzaklaşmamaları ölçeklendirme (dünya maketi, ev maketi v.b.) sınıfındaki model örneklerine fazla yer vermelerine sebep olmuştur. Benzer şekilde, fen bilimleri literatüründe zaten model olarak anılan örneklerin (atom modelleri, molekül modeli, hücre zarı modeli v.b.) kendi bilgi alanlarına yakın olması da teorik model sınıfındaki örnek sayısının neden çok fazla olduğunu açıklamaktadır.

Özetle, model ve modellemenin doğası ile ilgili olarak örnekleme oluşturan öğretim elemanlarının bir takım eksikliklerinin olduğu anlaşılmaktadır. Bu eksiklikler özellikle modellerin temsil ettiği nesneyi veya durumu ne derece yansıttığı ve nelerin model olarak nitelendirilebileceği ile ilgilidir. Bu nedenle, fen ve matematik öğretim elemanlarının mesleki yaşantılarının vazgeçilmez bir parçası olan bilimsel modellerin doğasını daha yakından tanımaları gereklidir. Modelleme işleminin basamaklarının ve işleyiş düzeninin anlaşılması, fen ve matematik öğretim elemanlarının modelleri uygun ve doğru şekilde kullanmalarını kolaylaştıracaktır. Çünkü, çoğu durumda farklı öğrenci seviyelerine bağlı olarak, aynı bilimsel olgu için birden fazla model oluşturmak ve kullanmak gerekebileceği gibi aynı/benzer modellerle farklı olguları daha açık getirmek de gerekebilir. Bunların yanı sıra, ders kitaplarında yer verilen modellerin doğru kullanılması, modellerin anlaşılması ilgili sıkıntıların aza indirilmesine yardım edecektir. Bu nedenler düşünüldüğünde öğrencilerin, öğretmenlerin ve ders kitaplarının sunduğu veya kullandığı modellerin araştırmacılar tarafından incelemesi, model kullanımı ve modelleme hakkındaki problemlerin daha geniş bir şekilde değerlendirilmesine fırsat verecektir.

KAYNAKLAR

- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. ve Smith, C. (1991). *Understanding Models and Their Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts*. Journal of Research in Science Teaching, vol.28, no.9, 799-822.
- Harrison, G. A., (2001). *How Do Teachers and Textbook Writers Model Scientific Ideas for Students?*, Research in Science Education, 31: 401-435.
- Harrison, G. A. ve Treagust, F. D. (2000). *A Typology of Science Models*, International Journal of Science Education, vol.22, no.9, 1011-1026.
- Justi, S. R. ve Gilbert, K. J. (2002). *Modelling Teachers' Views on the Nature of Modelling and implications for the Education of Modellers*, International Journal of Science Education, Vol. 24, No. 4, 369-387.
- Treagust, F. D. (2002). *Students' Understanding of the Role of Scientific Models in Learning Science*. International Journal of Science Education, vol.24, no.4, 357-368.
- Van Driel, H. J. ve Verloop, N. (1999). *Teachers' Knowledge of Models and Modelling in Science*, International Journal of Science Education, vol.21, no.11, 1141-1153.

EK 1. Model ve Modelleme Konusundaki Teorik Bilgiler

Model ve Modellerin Sınıflandırılması

“*Model ne anlama gelmektedir?*” Bu sorunun cevabını verirken, modelin kapsamının sınırlarını çizmek oldukça güçtür. Birçok araştırmacı, modelin genel bir tanımının yapılmasının yerine, tüm bilimsel modellere paylaşılan ortak özelliklerin tanımlanmasının daha açıklayıcı olduğunu ifade etmektedir. Van Driel ve Verloop, (1999), bilimsel modellerin ortak özelliklerini şu şekilde belirtmiştir:

- Bir model, her zaman modelin temsil ettiği hedef veya hedeflerle ilişkilidir. Hedef bir sistem, bir nesne, bir olgu veya bir süreç olabilir.

- Bir model, doğrudan gözlenemeyen veya ölçülemeyen bir hedef hakkında bilgi elde etmek için kullanılan bir araştırma aracıdır. Bu nedenle ölçeklendirme modelleri, ki bu modeller bir nesnenin başka bir ölçekteki kopyasıdır (ev, köprü maketleri gibi), bilimsel model olarak kabul edilmez.

- Bir model temsil ettiği hedef ile doğrudan etkileşmez. Bu nedenle bir fotoğraf veya spektrum bir model olarak nitelendirilmez.

- Bir model hedefe uygun benzetmelere dayanır ve bu nedenle araştırmacıların modellenen hedef kavramla ilgili çalışmalarını süresince test edilebilir hipotezler üretebilmelerine imkan verir. Bu hipotezlerin test edilmesi hedef hakkında yeni bilgiler ortaya çıkarır.

- Bir model her zaman hedeften belirgin ayrıntılarla farklılık gösterir. Genel olarak bir model olabildiğince basite indirgenir. Yapılacak araştırmanın özel amaçlarına bağlı olarak hedefin bazı ayrıntıları kasıtlı olarak model dışında bırakılabilir.

- Bir model oluşturulurken, hedef ile model arasındaki benzerlik ve farklılıklar, araştırmacılara modelin temsil ettikleriyle ilgili tahminler yapabilme imkanı sağlayabilmelidir. Oluşturulacak modelin bu boyutu araştırma soruları ile yönlendirilir.

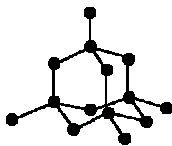
- Bir model karşılıklı olarak birbirini etkileyen süreçler sonucunda geliştirilir ve hedefle ilgili yeni çalışmalar ortaya çıktıkça modellerde revizyona gidilebilir.

Modelleri sınıflandırmak, bilimsel modeller arasındaki farkları vurgulamamıza olanak sağlar. Günümüze kadar modellerin sınıflandırılmasına yönelik çalışmalarda modellerle ilgili olarak; bilimsel olan/bilimsel olmayan modeller, görünüş bakımından modeller (somut-soyut modeller), işlevleri bakımından modeller (tanımlayıcı-açıklayıcı-betimleyici modeller) biçiminde çeşitli sınıflandırmalarla karşılaşmak mümkündür. Bu çalışmada, modellerle ilgili olarak yeni fikir kazananlar için, Harrison ve Treagust (2000) tarafından yapılmış olan ayrıntılı bir sınıflandırma örneğine yer vereceğiz. Bu sınıflandırma yapılırken derslerde öğrenci ve öğretmenler gözlenmiş ve onlarla mülakatlar yapılmıştır. Elde edilen veriler literatür araştırmaları ile desteklenmiştir. Sonuçta Harrison ve Treagust modelleri aşağıdaki şekilde sınıflandırmıştır:

Modellerin sınıflandırılması

- *Ölçeklendirme modelleri:* Hayvanların, bitkilerin, arabaların ve binaların ölçeklendirilmiş modelleri; renkleri, dış şekilleri ve yapısal özellikleri tanımlamakta kullanılır. Ölçeklendirme modelleri ayrıntılı bir şekilde dış görünüşü yansıtmasına rağmen nadiren iç yapıyı, işlevleri ve kullanımı yansıtır. Ölçeklendirme modelleri genellikle oyuncaktır veya oyuncak gibidir. Bu nedenle, model ile hedef arasındaki paylaşılmayan farklılıkların saklı kalmasına yol açabilir.

- *Pedagojik analogik modeller:* Bunların analogik olarak isimlendirilmesinin nedeni, modelin bilgiyi hedefle paylaşmasından ileri gelir. Pedagojik olarak isimlendirilmesinin nedeni ise, atom ve molekül gibi gözlenemeyen varlıkları öğrenciler için ulaşılabilir yapmak üzere öğretmenler tarafından açıklayıcı olarak geliştirilmelerinden kaynaklanmaktadır. Analoginin yapısına bir veya birden fazla özellik hükmeder, örnek olarak molekül modellerindeki top ve çubuk temsili verilebilir. Çünkü, analogik modeller hedefle analogi arasındaki uyumu kesin özellikler için tek tek yansıtır. Analogik özellikler kavramsal niteliklere dikkat çekmek için genellikle aşırı basitleştirilmiş veya genişletilmiştir.



Şekil 1. Elmasın Kristal Yapısında, Atomlar Yandaki Şekildeki Gibi Katı Bir Top Gibi Modellenirken, Kimyasal Bağlar Katı Bir Çubuk Olarak Gösterilmektedir.

- *Simgesel veya sembolik modeller:* Kimyasal formüller veya eşitlikler sembolik modellerle anlamlı hale getirilmiştir. Formüller ve eşitlikler bu şekilde kimya diline yerleşmiştir. Örnek olarak CO₂ (karbon dioksit) gösterimi verilebilir.

• *Matematiksel modeller:* Fiziksel özellikler ve süreçler, kavramsal ilişkileri ortaya çıkaran matematiksel eşitliklerle ve grafiklerle temsil edilebilir. Örnek olarak, Boyle-Mariotte Kanunu, üstel eğriler veya Newton'un ikinci hareket kanununun temsili olan $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ eşitliği verilebilir.

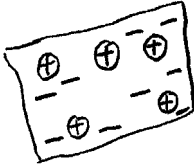
• *Teorik modeller:* Elektromanyetik alan çizgileri ve fotonlar teorik modellerdir, çünkü bu modeller iyi yapılandırılmış ve insanlar tarafından oluşturulan teorik temellerle tanımlanmıştır. Kinetik teorisinin gaz basıncını açıklaması, ısı ve basınç bu kategoriye girer.

• *Haritalar, diyagramlar ve tablolar:* Bu modeller öğrenciler tarafından kolaylıkla canlandırılabilen yolları, örnekleri ve ilişkileri temsil eder. Bu modellere örnek olarak periyodik tablo, soy ağaçları, hava durumunu gösteren haritalar, devre şemaları, kan dolaşımı sistemi ve beslenme zinciri gösterimleri verilebilir.

• *Kavram-süreç modelleri:* Birçok fen kavramı nesneden ziyade süreçten ibarettir. Örnek olarak kimyasal denge veya asit-baz reaksiyon modelleri verilebilir.

• *Simülasyonlar:* Simülasyonlar global ısınma, uçuşlar, nükleer reaksiyonlar, trafik kazaları gibi karmaşık süreçleri temsil etmede kullanılır.

• *Zihinsel modeller:* Zihinsel modeller özel bir çeşit zihinsel temsildir ve bireyler tarafından bilişsel işlemler sonucunda üretilir. Öğrenciler tarafından üretilen ve kullanılan zihinsel modeller tamamlanmamıştır ve kararlı değildir yani değişebilir.

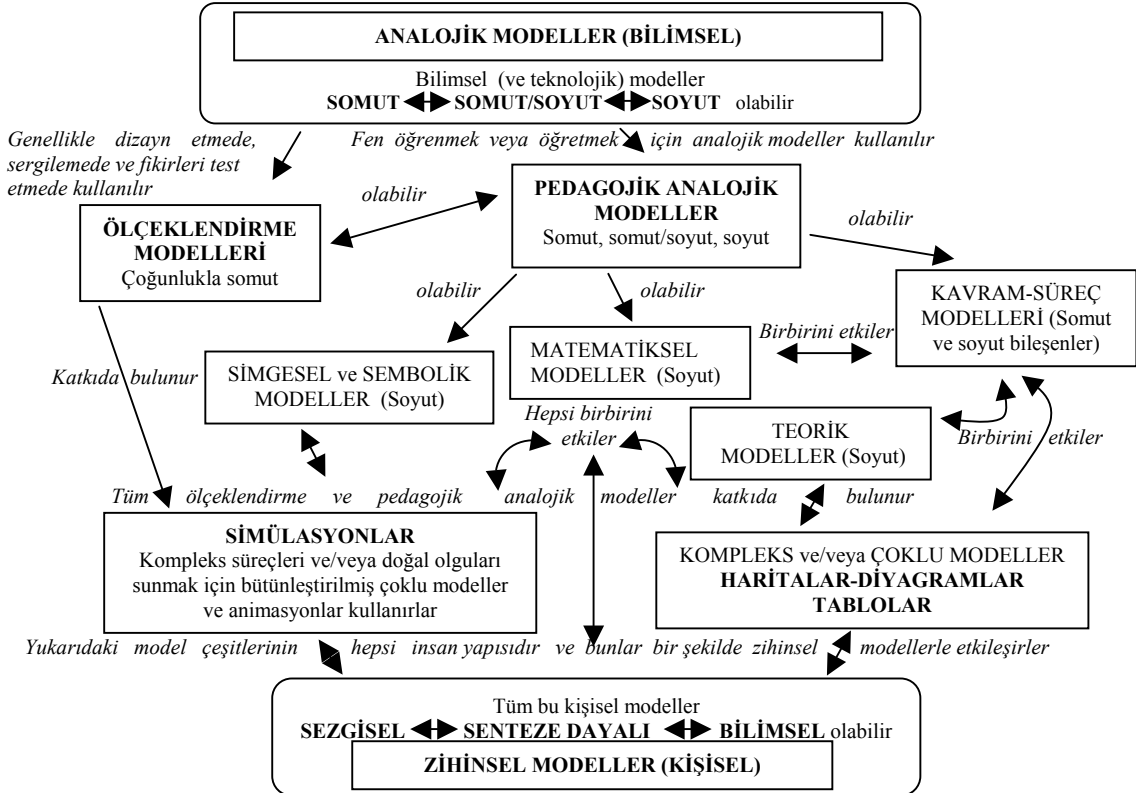


Şekil 2. Bir Öğrencinin Alüminyum Folyodaki Bağları Gösterim Şekli.

öğretm
sentezler oluşturmaktadır.

• *Modeller:* Senteze dayalı modelleri, öğrencilerin kendi sezgisel modelleri ile onların bir karışımı sonucunda, öğrencilerin alternatif kavramlarının gelişimlerine ait

Şema 2 . Analojik Modellerin Sınıflandırılmasına Ait Kavram Haritası (Harrison ve Treagust, 2000)



Modelleme

Modellemeyi ise kısaca bilimsel düşünme ve çalışma olarak tanımlamak yanlış olmaz. Modelleme, hangi ayrıntının nasıl ve ne şekilde yer alacağına belirlendiği, bir çok aşamadan oluşan aktiviteleri kapsayan kompleks bir süreçtir. Bunun için bir model, belirli bir modelleme yeterliliği ile birlikte belirli bir süreç sonunda oluşturulur. Şema 3.'de, bu süreçlerin neler olduğu ve birbirleriyle olan ilişkileri kavram haritası şeklinde gösterilmiştir

Model kavramı belirli süreçler sonucunda oluşturulan ürünü ifade ederken, modelleme bu süreçler içerisinde kullanılan işlemleri ifade eder (Şema 3.). Modelleme işleminde iki temel öge kaynak ve hedefdir. *Kaynak*, şuna kadar elde edilmiş olan mevcut bilgilerin tümünü içinde barındırır. *Hedef* ise, kaynaktan hareketle ulaşılabilecek olan yani elde edilmek istenen bilgilerdir. Kaynaktan yararlanılarak hedef ile ilgili tahminler ortaya konabilir ve bunların doğruluğu test edilebilir. Elde edilen sonuçlar, hedefi amaçlanan doğrultuda açıklayabiliyorsa ortaya konan model kabul edilir. Aksi durumda, elde edilen bilgiler yeniden değerlendirilir. Fakat unutmamak gerekir ki, hiçbir model bir hedefi yüzde yüz temsil edemez, edebilirse zaten bu durumda model hedefin kendisi olur yani modele ihtiyaç kalmaz. Bununla birlikte, herhangi bir olguyu açıklamak için zamanın şartlarında kullanılan model veya modeller elde edilen yeni bilgiler ışığında değiştirilebilir hatta terk edilebilir. Bu durum, modellerin durağan gerçekler olmadığına işaret etmektedir.

Şema 3. Modelleme İşleminin Modellenmesi (Justi ve Gilbert, 2002)

