

FEN EĞİTİMİ VE MODELLER

Gül ÜNAL*
Ömer ERGİN**

Özet

Bu çalışmada fen eğitiminde önemli bir yere sahip olan modeller tanıtılmaya çalışılmıştır. Bilimsel modellerden yola çıkılarak, ilgili alan yazınına göre modellerin sınıflandırılması yapılmıştır. Açık modeller (benzetme modelleri) ve örtük (içsel) modeller olarak iki ana bölümde ele alınan modellere örnekler verilmiştir. Çalışmanın sonunda yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının kullanıldığı öğrenme ortamlarında modellerin önemi ve kullanımı üzerine öneriler yer almaktadır.

Anahtar Sözcükler: Fen eğitimi, modeller, yapılandırmacı fen öğretimi, açık modeller (benzetme modelleri), örtük (içsel) modeller

Giriş

Yapılandırmacı (constructivist) öğrenme yaklaşımına uygun öğrenme ortamlarında öğrencilerin bilgiyi zihinlerinde yapılandırdığı kabul edilmektedir. Yapılandırma sürecinin farklı bireylerde, tek ve aynı bilgiye karşılık gelmesi bireylerin öğrenirken kullandıkları kavramların ortak oluşundandır.

Fen eğitiminin temel amaçlarından biri, öğrencilerde doğa olayları ile ilgili kavramların ve kavramlar arası ilişkilerin oluşturulmasını sağlamaktır. Bu süreçte yer alan kavramlar, yapılarına ve varoluş şekillerine göre farklılık gösterirler. Bazı kavramlarla ilgili günlük yaşamda deneyim sahibi olma imkanı her zaman mümkünken, bazı kavramlar açık şekilde görülmez ya da konuyla ilgili bilgi sahibi olmadan kavranamaz. Örneğin yerin çekim kuvveti kavramını; günlük yaşamda attığımız topun yere düşmesiyle, ayaklarımız üzerinde zıpladığımızda havada kısa bir an için kalıp tekrar yere dönmemiz vb. olaylarla deneyimleriz. Oysa maddenin tanecikli yapısı ya da gen kavramını günlük yaşamda yukarıda belirtilen örnek kadar açık bir şekilde deneyimleme ve görme fırsatımız ne yazık ki yoktur. Bu tür kavramları ikinci elden kavramlar, bilinen bir olay, günlük yaşamla bağ kurarak kavramın rahat anlaşılmasını sağlayan araçlar yardımıyla öğretme ve öğrenme çabası içine gireriz. Genellikle soyut, doğrudan gözlenemeyen bazen de somut bir şekilde gözlemlendiği halde ölçeklendirilmeye gereksinim duyulan durumlarda kullanılan bu araçlar model olarak adlandırılabilirler.

Model Nedir?

Fen eğitiminde model dendiğinde ilk akla gelen, bilimsel anlamda modellerdir. Sina'ya göre (1994), bilimsel araştırmalarda üzerinde çalışılan konu boyutlarımız içinde kolay incelenemiyorsa, yani bize göre mikro ya da makro boyutlardaysa daha iyi anlaşılabilen başka olayların yardımıyla konuya açıklamalar aranır. Moleküllerin hareketi ile ilgili olan gaz basıncında, kapalı bir kap içindeki moleküller birbirleriyle

* Arş. Gör.; Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi A.B.D.

** Prof. Dr.; Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi A.B.D.

ve içinde bulunduğu kabın çeperiyle sürekli çarpışma halindedirler. Esnek bir kaptaki moleküllerin çarpışmaları fazlaştırsa kabın hacminin arttığı gözlenir. Bu konuyu daha iyi açıklamak üzere kurulacak bir modelde bilardo masasındaki toplara istaka vurulduğunda topların birbirlerine ve masanın kenarlarına çarpmasını düşünelim. Balonun şişmesini sağlayan gaz moleküllerinin çarpışmaları, bilardo toplarının çarpışmalarına karşılık gelirken, balonun esnek olan yüzeyi ile bilardo masasının sert ve esnek olmayan yüzeyi arasında ise farklılık vardır. Top, masanın kenarına çarparak onu iter, kenar da aynı kuvvetle topu iter ve top hızından pek az kaybederek hareketine devam eder. Balonu her şişirilişimizde daha fazla gaz gönderirsek, balonun iç çeperleri daha fazla gaz molekülü çarpar ve esnek olan yüzey genişler. Bu olayda normalde gözlenemeyen gaz moleküllerinin hareketi, günlük yaşamda rahatlıkla gözlenebilen, farklı açılardan incelenebilen daha somut bir başka olayın yardımıyla açıklanmaya çalışılmıştır. Gazların hareketi, bilardo masası üzerinde topun hareketiyle modellenmiştir.

Bilimsel modeller, bilim adamının çalışırken izlediği doğal süreçler ve bu süreçlerin sonucu olarak ortaya konan bilimsel ürünler olarak tanımlanabilir (Cartier vd., 2001). Bu açıdan bakıldığında bilimsel bir model;

*zihinlerde yer edebilir ve işlenebilir

*tanımlandığı özel şartlara sahiptir

*bir problemle ortaya atılan bir konuyu açıklar ve onunla ilgili yordamlara ışık tutar.

Bilimsel modellerin bir başka önemli özelliği kullanıldıkça daha iyi açıklama yapabilirlikleri açısından geliştirilebilir olması yanında eklemeler yapılarak ve başka modellerle birleştirilerek derinleştirilebilir olmalarıdır. Dalton'un 1803 yılında kimyasal tepkimelerdeki kütle bağıntılarını açıklayan ancak atomla ilgili yeni bilgileri açıklamada yetersiz kalan atom modelinin ardından 1897 yılında Thomson alan yazınında üzümlü kek modeli olarak bilinen pozitif yük içersinde negatif yüklerin yer aldığı atom modelini ileri sürmüştür. 1911 yılında Rutherford, Thomson'un atom modelini test etmek için bir dizi deneyler yapmış ve elde ettiği sonuçların, üzümlü kek modeliyle çeliştiğini görmüş ve atomda pozitif yükün ve kütleli atomun merkezinde toplandığını düşünmüş ve bu merkeze çekirdek adını vermiştir. Ancak bu model de atomdaki elektronların hareketini ve çekirdek üzerine neden düşmediklerini açıklamada yetersiz kalmıştır. 1913 yılında Bohr, hidrojen atomu ve tek elektronlu bazı iyonların davranışlarını açıkladığı kendi adıyla anılan atom modelini açıklamıştır. Ancak bu modelde, çok elektronlu atomların davranışlarını açıklamada yetersiz kalmıştır. Schrödinger ve Heisenberg'in katkılarıyla bugünkü modern atom teorisi geliştirilmiştir (Arık ve Polat, 2002). Atom modelinin evrimi modellerin işlenebilirliği, sınırlıkları ve konuyu açıklayıp artçı araştırmalara ışık tutmasına güzel bir örnek oluşturmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı bilimsel modeller, bilimsel bir araştırmacının hem istedik ürünü hem de artçı araştırmalarının bir yol göstericisidir. Ders programlarında bilimsel modellere yer vermekle öğrencilere belli bir disipline özgü kavramsal alan bilgisini özgün öğrenebilme fırsatının yanı sıra, bilimsel bilginin nasıl ortaya çıkarıldığı ve değerlendirildiğini de görme fırsatını sunmuş oluruz.

Modelin alan yazınındaki diğer anlamları incelendiğinde sadece öğrencilere derste sunulan modellerle sınırlı kalmadığı görülür. Ingham ve Gilbert'e göre (1991) model, bir sistemin tipik özelliklerine dikkat çeken, o sistemin sadeleştirilmiş bir sunumudur. Sadeleştirilmiş olan bu sunum, sisteme ilişkin örneklerle zenginleştirilebilir. Örneğin, bir fırın içersinde ısıtılan havayı konu alan bir modelde, hava moleküllerinin hareketini açıklayan bir çalışmanın yer alması modeli zenginleştirilecektir. Norman'a göre (1983) ise modeller, bir sistem ya da olaya özgü gösterilebilen ya da şematize edilebilen ortak deneyimlerdir. Norman bir sisteme ilişkin bu deneyimleri;

bireylerin zihinlerinde oluşturdukları modeller, araştırmacıların kavramsal modelleri ve bilim adamlarının bireylerin zihinlerinde oluşturdukları modeller olmak üzere üçe ayırarak incelemiştir.

Johnson ve Laird (akt: Greca ve Moreira, 2000) modelleri, bireylerin zihinlerinde yapılandırdıkları ve zihinsel bileşenlerle sorguladıkları zihinsel yapılar olarak tanımlamaktadırlar. Gobert ve Buckley (2000) ise bilginin sosyal yapılandırılmasından yola çıkarak, bir sisteme ilişkin oluşturulan modelleri, bireyin hareketleri, sözlü, yazılı ve diğer yollarla anlatım ve tanımları olarak açıklamaktadırlar.

Modellerin Sınıflandırılması

Alan yazınında modellerin, somut - soyut (kalp modeli, kimyasal bağ modeli), algoritma (bilgisayar programlama dili, örneğin Fortran77'de yazılan bir program), problem çözme süreci (4üncü dereceden bir eşitliği çarpanlara ayırma) ve benzer şekilde sınıflandırılmasına rastlanmaktadır. Bu çalışmada, modeller öncelikle açık (benzetme) ve örtük (içsel) olmak üzere iki bölümde ele alınacaktır.

A. Açık Modeller (Benzetme Modelleri)

Harrison ve Treagust'un (1998), modellemenin gelişmiş bir düşünme süreci olarak fen öğretim programlarında yer alması gerektiğini belirtmektedir. Bu araştırmacıların, modellerle ilgili pedagojik açıklamalarda; benzerlik ve farklılık gösteren noktalara dikkat çekmeleri konusunda gösterdikleri hassasiyet nedeniyle, çalışmalarında kullandıkları açık modellerin sınıflandırılması özetlenecektir.

Açık modeller, hedef kavram ve benzer model ilişkisi üzerine kuruludur. Hedef model, öğrencilere kavratılması planlanan konuya ilişkin kavramsal açıklama ya da model olarak tanımlanabilir. Benzer model ise, hedef kavramla arasında benzerlik ya da ilgi kurularak kavramı somutlaştırmaya yardımcı açıklama ya da model olarak tanımlanabilir. Açık modeller, benzer modellerle hedef kavram arasındaki ortak ya da benzer nitelik ve noktalara vurgulama amacındadırlar. Mikroskobik, makroskobik ve sembolik düzeyde açık modeller verilebilir. Açık model seçiminde, ortak olmayan özelliklerin dikkatlice indirgenmesine karşın; benzer modelin hedef kavramı açıklamakta yetersiz kaldığı ya da hedef kavramda karşılık bulamadığı noktalar olabilir. Benzer model ile hedef kavram arasında iki tür benzerlik kurulur:

1) Öğrencileri benzetime çabuk bir şekilde çeken yüzeysel benzerlikler (molekülleri toplara benzetme).

2) Kavramsal anlamaların gelişimini sağlayan derin ve sistematik işlev benzerlikleri (moleküllerin rasgele hareketlerini topların esnek çarpışmalarına benzetme).

Gentner (1983) ve Zook (1991), yüzeysel benzerliklerin ötesinde kavram öğrenmenin derin ve sistematik benzerlikler içeren analogik modellerle gerçekleşebileceğini ve öğrencilerin bu modelleri şekillendirmede yardıma gereksinim duyduklarını belirtmişlerdir.

Harrison ve Treagust'un (1998), açık modelleri, her biri kendi içinde alt dallara ayrılan somut ve somut-soyut modeller; iletişim teorisine uygun soyut modeller; çoklu kavram-süreç modelleri olarak üçe ayırmışlardır.

1. Gerçek Olayları Göstermek için Tasarlanan Somut ve Somut-Soyut Modeller

1.1 Ölçek modelleri: Bu modellerde gösterdikleri kavram ya da nesnelerin özelliklerinden çok dış özellikleri ön plana çıkarılmıştır. Dış özellikler renkler, ve yapıdan oluşabilir. Ölçek modelleri gerçeklerine çok benzerler ancak ortak olmayan

özellikleri arka planda kalabilir. Oyuncak arabalar, basit makinalar için oyuncak çık-
rık, su tribünü modeli ölçek modellerine örnek verilebilir.

1.2 Eğitimsel benzetme (analojik) modelleri: Bu tür modeller genelde öğret-
menlerin soyut ya da gözlenemeyen (mikroskobik boyutlardaki) varlıkları tanımla-
mak için kullandığı modellerdir. Bir ya da daha fazla özellik benzerliğin somut yapı-
sını oluşturur. Atomları topa benzetme, DNA'yı ipe benzetme örnek olarak verilebi-
lir. Benzetme modeller, benzer model ve hedef kavram arasındaki ilişkilerin birebir
eşleştirildiği ve sadece belirli niteliklerinin karşılığını bulduğu hedef kavram arasın-
daki ilişkiyi kabaca basitleştirilerek kavramsal niteliklere dikkat çekebilir. Basitleştiri-
len ya da indirgenen noktalar öğrencilerle dikkatli bir şekilde tartışılmalıdır.

2. İletişim Teorisine Uygun Soyut modeller

2.1 Sembolik modeller: Bileşik yapısını kimyasal formüllerle ve kimyasal tep-
kimeleri denklemlerle gösterdiğimiz modellerdir. Suyun kimyasal formülü (H_2O),
kimyasal olayları açıklayan denklemler ($2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$) bu gruba giren modellerdir.

2.2 Matematiksel modeller: Fiziksel özellikler, değişimler, süreçler kavramsal
ilişkileri göstermek üzere matematiksel denklemler ve grafiklerle gösterilebilir, Co-
ulomb yasası, Boyle yasası, ışığın düzgün yansımada geliş ve yansıma açısının eşit
olması örnek olarak verilebilir. Ancak, Coulomb yasasının birbirinden çok uzak ve
çok küçük boyutlu nokta yükler için söz konusu olduğu ve normal yaşamımızda kul-
lanmadığımızı söylememiz gerekir. Bu nedenle, bu tip modellerin "ideal" durumları
anlattığı öğrencilerle tartışılmalıdır. Bu modellerin, öğrenciler tarafından nitel olarak
açıklanması yani içselleştirilmesi anlamlı öğrenme için çok önemlidir.

2.3 Teorik modeller: Elektromanyetik kuvvet çizgilerinin; fotonların; gazların
hacim-sıcaklık-basınç değişimlerini açıklayan kinetik teorinin benzetimsel gösterim-
leri bu grubu oluşturmaktadır. Bu modeller özünde sağlam bir teorik temele sahip ve
ait oldukları gerçeklikleri en iyi açıklayabilen tanımlamalardır. Teorik modeller diğer
benzetme modelleriyle daha da basitleştirilerek sunulabilir. Örnek: Gazların kinetik
teorisinde gaz parçacıklarını kürecikler ya da toplara benzetme, atomun yapısı ve
ışık yayma modeli.

3 Çoklu Kavramları ya da Süreçleri Tanımlayan Modeller

3.1 Haritalar, diyagram (çizenekler), tablolar: Periyodik tablo, soyağacı, hava
haritaları, devre diyagramları, kan dolaşımı, sinir sistemi, gen çaprazlamaları, den-
geli beslenme zincirleri, Maslow'un gereksinim piramidi bu grup modellerdendir.
Tüm saydıklarımızı basit, basit olduğu kadar zengin ve içerikli kılan iki boyutlu ol-
maları ve öğrenciler tarafından kolaylıkla yapılabilmesidir. İlköğretim öğrencileri-
nin aynı anda iki değişkeni tanıyıp kontrol etmeye yeni başladıkları bir gelişim ça-
ğında oldukları düşünüldüğünde bu kategorideki modellerin önemi daha da ortaya
çıkılmaktadır.

3.2 Kavram-süreç modelleri: Fen kavramlarının çoğu nesne ya da varlıklardan
çok süreçlerden oluşur. Asit-baz, indirgenme-yükseltgenme modelleri, elektrik akı-
mı, elektriksel indüksiyon tipik örneklerdir.

3.3 Benzetişim (simülasyon): Çoklu karmaşık ve gelişmiş dinamik modellerin
oluşturduğu kategoridir. Benzetişimler, sanal gerçeklik yoluyla uçakların uçuşu,
uzay gemilerinin kullanımı, global ısınma, nükleer tepkimeler ve kazaları ile benzeri
durumların daha iyi anlaşılmasında yardımcı olur. Ölçek ve eğitimsel benzetme mo-
dellerinde olduğu gibi, kurulmaya çalışılan benzerliğin ortak olmayan niteliklerine
dikkat edilmelidir.

B. Örtük (İçsel) Modeller

Fen ve matematik bilimlerinde, trafikte ve günlük yaşantımızın hemen her yerine uzanmış, farkına varmaksızın kullandığımız sembollerdir. Örnek: NaCl, $y=x^2$, den bahar mevsimi denilince gözümüzde canlandırdığımız imgelere uzanan bir yelpazede örnekler verilebilir. Bu ürünlerin oluşum ve öğrenim sürecinde modellerin yer aldığı görülür. Bu kavramlar bilim adamlarının ortaya koyduğu ürünlerdir. Bu süreçte birey modelini zihninde yapılandırır, gerektiğinde farkına bile varmadan değerlendirir ve yeniden düzenler. Örtük modellerin en tipik örneği günlük yaşantımızın her alanında gizli bir dil olarak kullandığımız zihinsel modellerdir. Somut ya da soyut kavramların, süreçlerin zihnimizde canlandırdığımız modelleri zihinsel modelleri oluşturmaktadır. Bu bağlamda modele dayalı öğrenme bir sistem ya da olaya ilişkin zihinsel modellerin oluşturulma süreci olarak tanımlanabilir.

Glaser ve arkadaşlarına (akt: Royer vd., 1993) göre zihinsel modeller, nitel, görünüm ve ilgili modeller olmak üzere 3 durumda bulunurlar. Nitel süreç modelleri, problem çözme durumlarında değişen parametreleri zihinsel olarak canlandırabilmekle ilgilidir. Görünüm modelleri, bir sistemin herhangi bir değişikliği geçirdikten sonraki durağan gösterimine ilişkin modellerdir. Burada sistemin özel olarak verilen koşullardaki durumu hakkında yordama yaptığımız durumlar ele alınmaktadır. İlgili modeller, bir sisteme ait temel özelliklerin bilinmesinin ardından bunlara dayanarak diğer benzer sistemlerin özelliklerinin bilinebilmesi durumudur. Örneğin katı sıvı ve gazlarda atom ve moleküllerin birbiriyle ilişkileri bilinirse sıvı ve gazlarda basıncın her doğrultuda nasıl iletildiği anlaşılabilir.

Barquero'ya göre (akt: Greca ve Moreira, 2000) zihinsel modeller, bilimsel kesinliği olmayan, normal bilgiye göre tamamlanmamış, tutarsız ve içsel bilgilerdir. Yeni bilgiler kazanıldıkça geliştirilir. Modeli oluşturan bireye özgüdür ve işlevseldir. En önemli görevi oluşturan bireye temsil ettiği sistemle ilgili açıklama ve tahmin yapma fırsatını sunmasıdır.

De Kleer ve Brown'a göre (akt: Greca ve Moreira, 2000) zihinsel modeller iki önemli süreçten geçerek oluşur:

- sistemin imgesel olarak canlandırılması; sistemin analizi, bileşenlerinin durumu ve birbiriyle yapılandırılması
- genel bilimsel prensiplere dayanarak modelin oluşturulması

Örneğin, bisikletin çalışmasını gösteren zihinsel bir modelin yapılandırılmasında öncelikle sistemin imgesel olarak canlandırılması; sistemin bileşenlerini ve birbiriyle ilişkilerinin saptanması -tekerlekler, pedallar, zincir, tekerleklerin dişli büyüklükleri oranı, tekerlek çapı ile zincir uzunluğu arasındaki ilişkinin canlandırılması- ardından sistemin modellenmesi -bileşenleri bisikleti harekete geçirecek şekilde düzenlemek ve en sonunda düşmeden bisikleti kullanmak için statik ve dinamik denge koşullarını göz önünde bulundurarak modeli tamamlamak- süreçleri gerçekleşir.

Yaşa Göre Model Kullanımı ve Modelleme Nasıl Olmalıdır?

Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren birey, bilgiyi çevresiyle etkileşerek yapılandırır. Bu açıdan bilgi, bireyin çevresiyle ilişkisi sonucu oluşturulmuştur ve fen eğitiminin amaçlarından biri de bilginin oluşum sürecinde bu ilişkinin nasıl yapılandırıldığını ve neler üzerine kurulduğunu incelemek olmalıdır.

Bu bağlamda, modele dayalı öğrenme bir sistem ya da olaya ilişkin zihinsel modellerin oluşturulma süreci olarak tanımlanabilir. Okullarda yapılmaya çalışılan ise, öğrencilerin öğrenme öncesi sahip oldukları ön bilgileri ya da zihinsel modelleri-

ni, bilim adamlarının ortaya koymuş olduğu bilimsel modeller doğrultusunda değiştirmelerine ya da geliştirmelerine yardımcı olmaktır. Bu nedenle, modelleme gelişmiş bir düşünme süreci olarak ele alınabilir (Harrison ve Treagust;1998).

Yapılan araştırmalar (Cosgrove, 1995; Zook, 1991; Treagust, Harrison ve Venville,1998) öğrencilerin benzetme modelleri üretmeleri ya da kavrama uygun benzetme modelini seçmekte zorlandıklarını ortaya koymuştur. Ancak aynı öğrencilerin, başlangıçta şematize etmekte zorlandıkları konularda bile uygun benzetme modelinin verilmesi halinde modeli rahatlıkla işledikleri saptanmıştır. Bu noktada öğretmenlerin sınıfta kullanacakları model ve benzetmeleri dikkatlice seçme ve planlamalarının önemi ortaya çıkmaktadır. Treagust, Harrison ve Venville (1998)'ye göre, açık benzetme modellerinin etkin bir şekilde kullanımı için öğretmenlerin kullanılacak kavram ve benzetmenin niteliklerinin ve öğrencilerin ön bilgilerinin ortaya konulması gerekir. Daha sonra da, öğrencilere tanıdık gelen benzetmelerin kullanılması, hedef kavram ve benzetilen model arasındaki benzerliklerin ve farklılıkların ortaya çıkarılmasına özen gösterilerek sonunda, kullandıkları modeli gözden geçirmeleri gerekmektedir. Ancak, küçük yaşlarda model kavramı ölçek modeller, ve eğitimsel benzetme modellerine karşılık kullanılabilir. Bu modelleri kullanırken farklılıklardan çok benzerlikler üzerinde durulmalıdır. Öğrenciler soyut düşünmeye başladıklarında, malzemeler, kavramlar, süreçler hakkında bilgi sahibi olmaya başladıklarında iletişim teorisine uygun ve çoklu kavramları ya da süreçleri tanımlayan modellere geçilebilir. Amerikan Bilimi İlerletme Birliği (AAAS), değişik yaş gruplarından (sınıf düzeylerinden) öğrencilerin modellerle ilgili hangi bilgilere sahip olması gerektiğini belirtmiştir (Project 2061, 1993). Bu konuda sözü edilen çalışmadan derlenenler Tablo 1 de sunulmuştur.

Tablo 1. Öğrencilerin Sınıf Düzeylerine göre Modeller Hakkında Bilgileri

Sınıf Düzeyi	Model Bilgisi
2. sınıf (İlköğretim I. Kademe)	<ul style="list-style-type: none"> - Ölçek modeli şeklindeki oyuncaklarla oynar. - Modelin gerçek olmadığını ancak, gerçek şeyler hakkında bilgi almak için kullanıldığını bilir. - Bir nesneyi tanımlarken, neye benzediğini söyler.
3.-5. sınıf (İlköğretim I. Kademe)	<ul style="list-style-type: none"> - Bir model üzerinde yapılan değişikliklerin, modelin karşılık geldiği varlık üzerinde oluşturacağı sonuçları görebilir. - Geometrik şekiller, sayı dizileri, grafikler, diagramlar, haritalar ve öykülerin gerçek yaşamdaki nesnelere, olayları ve süreçleri göstermek üzere kullanıldığını ancak, her ayrıntısıyla gerçeği karşılayamayacağını farkına varır.
6.- 8. sınıf (İlköğretim II. Kademe)	<ul style="list-style-type: none"> - Modellerin doğrudan gözlenemeyecek kadar çok yavaş, çok hızlı, çok küçük ya da çok büyük ölçeklerde ya da deneyimlemenin tehlikeli olduğu süreçleri göstermek üzere kullanıldığını bilir. - Matematiksel modelleri bilgisayarda gösterebilir ve üzerinde değişiklikler yapabilir. - Tek bir hedef kavramı birden fazla modelle gösterebilir. - Amacına uygun olarak hangi modeli kullanacağına karar verebilir.
9.-12. sınıf (Lise)	<ul style="list-style-type: none"> - Matematiksel modelin temel amacının, incelenen varlığın ya da sürecin davranışındaki matematiksel ilişkileri bulmak olduğunu farkındadır. - Herhangi bir modelin yararının, gerçek gözlemlerin sonuçlarının doğru tahmin edilebilirliğini sağlamasıyla oluştuğunu anlar. Her ne kadar yakın sonuçlar verse de bir modelin "gerçeğin" yerini tutan tek doğru model olmadığını bilir. - Benzetişimler (simülasyonlar) için bilgisayarların matematiksel modellerle birlikte güçlü bir araç olduğunun farkına varır. Karmaşık işlemler uygulayabilir.

Yukarıda görüldüğü gibi (Tablo 1), 2. sınıf düzeyine gelene kadar öğrencilere oynadıkları oyuncaklarının gerçek yaşamdaki karşılıkları arasındaki ilişkileri fark etmelerine olanak tanınmalıdır. Bu konuda öğrencilerle sohbet etmek hayal güçlerini kullanmaları ve geliştirmeleri açısından önemlidir. 3. ve 5. sınıf yıllarında, doğal oyunları içinde ellerindeki modeller üzerinde değişiklikler yapmaya ve sınırlılıklarını tartışmaya başlarlar. Ayrıca, hayat bilgisi, sosyal bilgiler, resim gibi diğer derslerde öğrendikleriyle benzetmelerde (analoji) bulunmaya başlarlar. Doğrudan gözlemlemedikleri olaylarla ilgili kendi zihinsel modellerini oluşturmaya ve böylece feni de anlamaya başlarlar. 6.ve 8. sınıf yıllarında farklı derslere ait alan bilgileri fazlaştıkça, modelleri daha sık kullanmaya başlarlar. Farklı modellerin nasıl ve ne zaman kullanılacağını kavrar. Bilgisayarı daha rahat kullanmaya başladıklarından, bir model üzerindeki değişkenleri değiştirerek sonuçların nasıl farklılaştığını grafiklerle gösterebilir. Lise düzeyinde, farklı alanlara ait bilgilerini birleştirebildiklerinden, matematiksel modelleri anlayarak kullanırlar. Herhangi bir olayı ya da nesneyi göstermek üzere “en iyi model”in henüz ortaya konmadığını ve her modelin kendi sınırlılıkları içinde işlediğini farkeder.

Sınıf içinde model seçimi ve kullanılmasında yukarıdaki noktalara dikkat edilmesinin, öğrencilerin modelleri aktif olarak kullanmasında ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmelerinde yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Modellerin Önemi ve Öneriler

Bir kavramın anlaşılmasının iki yolu, sözlü ifadelerle ya da matematiksel formüllerle ifade edilebilmesidir. Duit ve Glynn (1996), anlamlı öğrenmenin, öğrencilerin kavramsal modellerden yola çıkarak oluşturdukları zihinsel modellerin evrimine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Bir bilim adamı bilimsel bulgularını sunarken, matematiksel mantığın öngördüğü formülleri ve varolan kavramsal modelleri kullanır. Burada aslında sahne arkasında zihinsel modellerin yer aldığı açıkça görülmektedir. Öğrencilerin oluşturduğu zihinsel modellerin kalitesi, kavramların anlaşılıp anlaşılmadığının, bilginin yapılandırılıp yapılandırılmadığının bir göstergesi olarak önemli bir yere sahiptir. Aynı zamanda benzetme modellerden yola çıkarak oluşturulan zihinsel modellerin en önemli özelliği, bireyin bilişsel yeteneklerini ne ölçüde geliştirebildiğini değerlendirme fırsatı sunmasıdır.

Derslerde yaygın olarak öğrencilerin sınıfta sunulan kavramsal/benzetme modellerinin bir kopyası olarak zihinsel modellerini yapılandırdıkları kabul edilir. Norman (1983)'da ideal olarak kavramsal bir modelle zihinsel model arasında basit ve doğrusal bir ilişki olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerin kavram yanılgılarının ya da alternatif kavramların değişime neden direndiğini anlamamıza yardımcı olmaları nedeniyle kullanılan ya da sahip olunan zihinsel modeller hakkında bilgi sahibi olmanın eğitim-öğretim durumlarının başarılı olması açısından önemlidir. Bu noktadan hareketle, tüm derslerde ve özellikle fen derslerinde kavram öğretiminde, model sunumu ve kullanımı ile ilgili olarak bireysel farklılıklardan yola çıkarak, öğrenme stillerine uygun modellerin seçimine özen gösterilmelidir. Kullanılan modellerin hedef kavram ve benzetilen arasındaki benzerlik ve farklılıkları üstüne yapılan tartışmalar öğrencilerin katılımını sağlayarak eleştirel düşünme becerilerinin gelişmesine katkıda bulunulmalıdır. Benzetme modelleri kullanılırken hedef ve benzetilen kavram ilişkisi, basite indirgenemilmeli ve yorumlanabilir olmalıdır. Öğretmenler, hedef kavram ve benzetilen model ilişkisini kurduktan sonra modelin yapılandırmacı yaklaşıma dayalı etkinliklerde kullanılmasını sağlamalıdır. Bu yolla öğrencilerin doğru ve bilimsel olarak zihinsel modellerini yapılandırmaları sağlanmış olur. Modellerin kullanılmasına erken çağlarda başlanılmalı ve öğrencilerin bilişsel gelişmelerine paralel olarak model kullanıcılarından model üreticiliğine geçiş yapmaları sağlanmalıdır.

Fen öğretiminde eğitimsel benzetme modelleri, teorik modeller ve kavram-süreç modelleri öğretmen ve öğrenciler tarafından kullanılmalıdır. Sınıf içinde yapılan etkinlikler sonucu öğrenciler ulaştıkları sonuçları zihinlerine örtük model olarak yapılandırır. Doğru sonuçlara varıp varmadıkları bu zihinsel modelin bir yolla öğrenci tarafından geri bildirim haline getirilmesiyle anlaşılır. Geri bildirim araçları öğrencinin zeka alanına göre yazım, resim, kavram haritası, şema, maket, canlandırma, oyun vb. gibi değişik biçimlerde olabilir. Öğretmen bu geri bildirimleri alarak yanlış kavramların oluşmasını azaltabilir.

Kaynakça

- Arık A., Polat, R. (2002). **Liseler için Kimya 1**, Oran Yayıncılık, İstanbul.
- Cartier, J., Rudolph, J., Stewart, J. (2001). "The Nature and Structure of Scientific Models", <http://www.wcer.wisc.edu/ncisla>. Erişim tarihi: 7 Mart 2004
- Cosgrove, M. (1995). "A Case Study of Science-in-the Making as Students Generate an Analogy for Electricity", **International Journal of Science Education**, S.17, ss.295-310.
- Duit, R., Glynn, S. (1996). "Mental Modelling" İç. G. Welford, J. Osborne ve P. Scott (Eds) **Research in Science Education in Europe**, The Falmer Press, London.
- Gentner, D. (1983). "Structure mapping: A theoretical framework for analogy", **Cognitive Science**, S.7, ss.155-170.
- Gobert, J. D.; Buckley, B. C. (2000). "Introduction to model-based teaching and learning in science education" **International Journal of Science Education**, C.22, S.9, ss.891-894.
- Greca, M., I.; Moreira M., A. (2000). "Mental Models, conceptual models and modeling". **International Journal of Science Education**, C.22, S.1, ss.1-11.
- Harrison, A. G.; Treagust, D., F. (1998). "Modelling in Science Lessons: Are there better ways to learn with models?", **School Science and Mathematics**, C.98, S. 8, ss.420-429.
- Ingham, A.; Gilbert, J. K. (1991) "The use of analogue models by students of chemistry at higher education level". **The Journal of Science Education**, S.13, ss.193-202.
- Treagust, D., Harrison, A., G., F., Venville, G. (1998). "Teaching science effectively with analogies: An Approach to Pre-service and In-service Teacher Education", **Journal of Teacher Education**, S.9, ss.85-101.
- Norman D. (1983). Some observations on mental models. İç. D. Gentner ve A. Steven, **Mental Models**, Hillside, New Jersey, ss.1-7.
- Project 2061, (1993). American Association for the Advancement of Science. Oxford University Press, New York.
- Royer, J. M., Cisero, A. C., Carlo, M. S. (1993). "Techniques and Procedures for Assessing Cognitive Skills", **Review of Educational Research**, C.63, S.2, ss.201-243.
- Sina S. (1994). **Liseler için Kimya 1 Ders Kitabı**, Özel Eğitim Kurumları Derneği Yayınları, İstanbul, ss.14-15.
- Zook, K., B. (1991). "Effect of analogical processes on learning and misinterpretation", **Educational Psychology Review**, C.3, S.1, ss.41-72.

SCIENCE EDUCATION AND MODELS

Gül ÜNAL*

Ömer ERGİN**

Özet Abstract

The purpose of this study is to give a brief description of models that have important place in science education. Starting with the examples of scientific models, classification of models was done based on the related literature. The examples of analogical and intrinsic models were given. At the end of the study, the importance and usage of the models in the constructivist learning environments and some suggestions take place.

Key Words: Science education, models, constructivist science teaching, analogical models, internal models

* Ass.; University Faculty of Education Department of Science Education

** Prof. Dr.; University Faculty of Education Department of Science Education