

Mental Models of 7th Grade Students on Sun, Earth and Moon

Mehmet Altan KURNAZ¹, Ali DEĞERMENÇİ²

ABSTRACT: This study aims at revealing students' mental models about the concept of the sun, earth and moon. To this end, a descriptive approach method; case study research design was applied. The study was conducted with the total sample of 76 students attending 7th grade during the 2010-2011 educational year. A test including 7 open ended questions was used to collect data. Analysis of the data was done by classifying them in terms of initial, synthetic or scientific models. The findings indicated that students generally have synthetic mental models. Backed with the results, it was recommended to teachers that they should take the level of reasoning and spatial ability of students into account.

Key Words: Model, mental model, sun, earth, moon

SUMMARY

Purpose and significance: Even though there has been variety of studies investigating student, teacher and prospective teachers' understandings about basic astronomy concepts, there is still a need for new studies about this issue in Turkey. The main purpose of this study is to reveal the students' mental models related with the sun, earth, and moon and sun-earth-moon system. It is supposed that the findings of the study will provide guidance for the application of teachers, researchers or curriculum developers.

Method: A case study research design was applied to follow this research inquiry in the meanings of a descriptive approach type. The reason for choosing this design is that the case study method enables the study of complex and dynamic events in detail and in a short time without manipulating the situation. The population of the study consisted of 7th grade students in the elementary schools located in the central district of Trabzon. The research group was composed of 76 students. An achievement test consisting of 7 open-ended questions characterized with the categories of descriptive information and visual information were prepared to collect data from the sample. The data was analyzed by classifying them in terms of initial, synthetic or scientific mental models which were highlighted in the related literature.

Results: The data was classified under the titles as; students' understandings and students' mental models. Students' understandings may be summarized as follows. For most of the students, the sun is the source of heat and light, earth is the habitable planet, and moon is the satellite of the earth. The other responses to explain the objects were valid for a few students.

The sizes of the objects were shown in the right order by all students, and the shape of the sun and earth were drawn correctly by almost all of the students. However, the shape of moon was only shown by half of the students correctly. Also, the movements of the objects were not shown by the students correctly. Especially, according to students, the sun does not move. When all responses from the students were analyzed, it was seen that almost all of the students had synthetic mental models.

Discussion and Conclusions: Based on the data this result was drawn; the students produced synthetic mental models by integrating their initial models with given scientific models instead of accepting or understanding scientific models. Hence, it was recommended to teachers that while constructing a learning environment related with this issue, the level of reasoning and spatial ability of students should be taken into account.

¹ Asist. Prof., Kastamonu University, Education Faculty, altan.kurnaz@gmail.com

² Milli Eğitim Bakanlığı, alidegermenci61@gmail.com

7. Sınıf Öğrencilerinin Güneş, Dünya ve Ay İle İlgili Zihinsel Modelleri

Mehmet Altan KURNAZ³, Ali DEĞERMENCİ⁴

ÖZ. Bu çalışma öğrencilerin güneş, dünya, ay ve güneş-dünya-ay sistemiyle ilgili zihinsel modellerini belirleme amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma, nitel verilere odaklanan bir özel durum çalışması olarak yürütülmüştür. 2010–2011 eğitim-öğretim yılında bir ilköğretim okulundaki toplam 76 yedinci sınıf öğrencisi çalışma grubunu oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak 7 açık uçlu soru içeren bir testten yararlanılmıştır. Elde edilen verilerin analizi temel astronomi kavramları için ilgili literatürde vurgulanan ilkel, sentez ve bilimsel modellere göre sınıflandırılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, öğrencilerin tamamına yakınının bilimsel bilgilerle yeterince uyumlu olmayan sentez zihinsel modellere sahip olduklarını göstermiştir. Buradan hareketle öğretmenlere öğrencilerin muhakeme ve uzamsal düşünme seviyelerini dikkate alan öğrenme ortamları yapılandırması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Model, zihinsel model, güneş, dünya, ay

GİRİŞ

Gök cisimleri geçmişte ve günümüzde bilim insanlarının daima dikkatini çeken bir araştırma alanı olmuştur. Arkasında evren, dünya ve doğayı anlama gayretleri olan bu ilgi astronomi ile fen bilimleri arasında derin bağlar kurulmasını sağlamıştır. Astronomiyle fen bilimleri arasındaki derin ilişki ve bireylerin gök cisimlerini anlamaya yönelik yoğun ilgisi araştırmacıları temel astronomi kavramlarıyla (dünya, ay, gece-gündüz oluşumu, mevsim değişimi vb.) ilgili öğrenci algılamalarını ortaya çıkarmaya yöneltmiştir (Vosniadou ve Brewer, 1992, 1994; Trumper, 2001, 2003, Suzuki, 2003).

Temel astronomi kavramlarıyla ilgili öğrenci algılamalarını belirleme odaklı çalışmaların 1970'li yıllardan itibaren yoğunluk kazandığı görülmektedir (Trumper, 2003, 2006). Bu süreçte, ülkemizde de temel astronomi kavramlarıyla ilgili öğrenci algılamaları bazı çalışmalarda incelenmiştir (bkz. Ünsal, Güneş ve Ergin, 2001; Ekiz ve Akbaş, 2005; Cin, 2007; Emrahoğlu ve Öztürk, 2009; İyibil ve Sağlam Arslan, 2010). Bu çalışmalar incelendiğinde temel astronomi kavramlarıyla ilgili öğrenci algılamalarına veya kavram yanlışlarına odaklanıldığı ancak öğrencilerin zihinsel modellerine yeterince odaklanılmadığı anlaşılmaktadır. Öğrenme sürecinin aynı zamanda zihinsel model yapılandırma sürecini içerdiği (Hanke, 2008; Hanke ve Huber, 2010; Kurnaz, 2011; Kurnaz ve Sağlam Arslan, 2011) ve öğrenme eksikliklerinin veya yanlış algılamalarının öğrenme ortamından da kaynaklanabildiği (Kurnaz, 2007; Kurnaz ve Sağlam Arslan, 2009, 2010) gerçekleri dikkate alındığında yeni fen ve teknoloji dersi öğretim programına göre yapılandırılan bir öğrenme ortamının konuyla ilgili öğrenci zihinsel modellerine etkisinin incelenmesi gerektiği düşünülmektedir. Vasniadou'ya (1994) göre zihinsel modeller hakkında edinilecek bilgiler, araştırmacılara ve öğretmenlere öğrencilerin bilgi yapıları hakkında yol gösterici olacaktır. Bu anlamda elde edilecek bulguların program hazırlayıcılarına da önemli bilgiler sunacağına inanılmaktadır. Çalışmanın amacı öğrencilerin güneş, dünya, ay ve güneş-dünya-ay (GDA) sistemiyle ilgili zihinsel modellerini ortaya çıkarmaktır.

Model ve Zihinsel Modeller

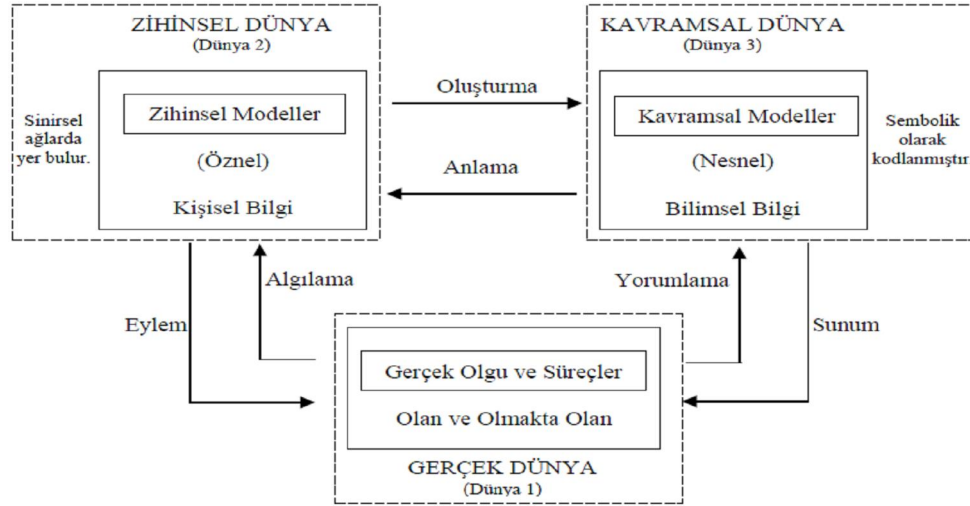
Model, ilişkili objeler kurgusuna (sisteme) ait objeler arası ilişkinin (yapının) basitleştirilmesidir (Hestenes, 2006). Başka bir ifadeyle, bir sistemin tipik özelliklerine dikkat çeken ve o sistemin özelleştirilmiş ve indirgenmiş sunumudur (Sağlam Arslan, 2008). Herhangi bir yapıyla ilgili farklı modeller geliştirilebilmesi ve geliştirilen modellerin ilgili yapıya ait farklı özelliklere, özelleştirmelere ve indirgemelere sahip olabileceği açıktır (Kurnaz, 2011). Bu nedenle modellerle ilgili algılamalarımızı kolaylaştırmak için farklı sınıflandırmalara gidildiği ve bu sınıflandırmaların zihinsel modeller ve kavramsal modeller başlıklarında toplandığı görülmektedir (Örnek, 2008).

Kavramsal modeller insanların yapılandığı ve paylaştığı olguların, objelerin ve fikirlerin dışsal sunumlarıdır (Nersessian, 1992; Franco ve Colinvaux, 2000; Güneş vd., 2004; Ünal ve Ergin,

³ Yrd. Doç. Dr., Kastamonu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, altan.kurnaz@gmail.com

⁴ Milli Eğitim Bakanlığı, alidegermenci61@gmail.com

2006). Zihinsel modellerse bireylerin zihnindeki içsel/bilişsel sunumlardır (Bower ve Morrow, 1990; Rapp, 2005; Harrison ve Treagust, 1996). Diğer bir ifadeyle, zihinsel modeller kavramsal modellerle gerçek (olgu/süreç) arasında zihinde yapılan ara aşama olup ilgili gerçeği anlamak için kestirimci ve açıklayıcı niteliklere sahiptir (Nersessian, 1992). Buna göre bireyler zihinsel modelleri gerçek dünyanın davranışlarını açıklama, kestirme ve anlamada kullanırlar veya bu doğrultuda mevcut modellerden hareketle yeni zihinsel modeller yapılandırır. Kullanılan veya yapılandırılan zihinsel modelde önemli olan birey için fonksiyonel olmasıdır (Greca ve Moreira, 2000). Anlaşıldığı gibi, zihinsel modeller gerçeklerle ve/veya kavramsal yapılandırmalarla ilişkili olup bunların bireylere özgü, içsel, tamamlanmamış ve dinamik indirgemeleridir. Hestenes (2006) zihinsel modellerle gerçekler ve kavramsal yapılandırmalar arasındaki ilişkiler ağını Şekil 1'deki gibi kurmaktadır.



Şekil 1. Zihinsel model, gerçek ve kavramsal yapılandırma arasındaki ilişki (Hestenes, 2006).

Şekil 1'de görüldüğü gibi, zihinsel modeller gerçek dünyada gerçekleştirilen eylemler sonucu edinilen algılamalarla ilgili olup bu algılamalardan kodlama yaparak kavramsal bir model geliştirilebilir veya geliştirilmiş bir kavramsal modelin kodları çözülerek anlama gerçekleştirilebilir (Hestenes, 2006). Buna göre bireylerin zihinsel modellerinin kendi bağlamları temelinde yapılandırıldığı ve kullanıldığı söylenebilir. Ayrıca bireylerin olgu ve süreçlere ilişkin algılamaları kendi ifadeleri ve eylemlerinden (örn. yıldız dair zihinsel modelleri yıldız hakkındaki ifadeleri ve şekline ilişkin çizimlerinden) hareketle ortaya çıkarılabilir.

Öğrencilerin Konuyla İlgili Zihinsel Modelleri

Jones, Lynch ve Reesink (1987) ilköğretim öğrencilerinin güneş, dünya ve ay ile ilgili algılamalarını şekilleri büyüklükleri ve hareketleri açısından incelemiştir. Araştırmacılar GDA sistemi için öğrencilerin üç farklı şekilde güneş merkezli ve iki farklı şekilde dünya merkezli modellere sahip olduklarını belirlemiştir. Vosniadou ve Brewer (1992) ilköğretim öğrencilerinin dünyayla ilgili algılamalarını araştırmışlar ve öğrencilerin belirli zihinsel modelleri geliştirdiklerini tespit etmişlerdir. Araştırmacılara göre 6 ve 7 yaş grubu öğrencileri dünyanın dikdörtgen veya yassı bir disk şeklinde ve 10 ve 11 yaş grubu öğrencileri dünyanın küresel olduğuna inanmaktadır. Bir başka çalışmalarında Vosniadou ve Brewer (1994) ilköğretim öğrencilerinin gece-gündüz oluşumuyla ilgili algılamalarını incelemişlerdir. Araştırmacılara göre 6 ve 7 yaş grubu öğrencileri güneşin aşağı-yukarı hareketinin ve 10 ve 11 yaş grubu öğrencileri dünyanın hareketinin gece-gündüz oluşumuna neden olduğuna inanmaktadır. Vosniadou ve Brewer (1992, 1994) göre 6 ve 7 yaş öğrencileri gözlemlenebilir deneyimlerinden ve sosyal yaşamlarından kaynaklanan ilkel zihinsel modellere sahiptir. Bu görüş Panagiotaki, Nobes ve Banerjee (2006) tarafından da desteklenmektedir. Panagiotaki, Nobes ve Banerjee (2006) öğrencilerin dünyaya ilişkin zihinsel modelleri konusundaki literatür taraması sonucunda gözlem ve deneyimlerden kaynaklanan iki sezgisel durumun (yer/zemin düzdür, desteklemeyen tüm cisimler düşer) etkisinin zihinsel model gelişimini şekillendirdiğini ifade etmektedir. Vosniadou ve Brewer (1992, 1994) 10 ve 11 yaş grubu öğrencilerininse bilimsel bilgilere daha yakın nitelikte sentez zihinsel modellere sahip olduğunu ifade etmektedir. Vosniadou ve

Brewer'a (1992, 1994) göre sentez modeller öğrencilerin okul (bilimsel bilgi) bilgisi, kültürel değerler ve deneyimler çerçevesinde gelişmektedir.

Vosniadou ve Brewer (1994) ayrıca öğrencilerin ayın ve yıldızların hareketine yönelik bilimsel olmayan bilgilere sahip olduklarını belirlemiştir. Buna göre bazı öğrenciler yıldızların gündüzleri başka yere gittiğini bazıları da yıldızların gündüz gözükmeklerine ve hareket etmediklerine inanmaktadır. Araştırmacılar ay için bazı öğrencilerin dünyanın kendi ve ayın dünya etrafındaki dönüşünden dolayı ayın hareket etmediğine bazılarının da rastgele hareket ettiğine inandığını belirlemiştir. Suzuki (2003) ise yapmış olduğu literatür taraması sonucunda bazı öğrencilerin ayın evrelerini dünyanın ay üzerindeki gölgesiyle bazılarının da bulutların görünmeyen etkisiyle açıkladıklarını ve bazı öğrencilerin ayın güneşten gelen ışığı yansıttığı konusunda yetersiz bilgilerinin olduğunu ortaya çıkarmıştır.

İlgili literatürden hareketle öğrencilerin güneş-dünya-ay ile ilgili zihinsel modellerinin bilimsel modellerle örtüşmediği çoğunlukla sentez modellere sahip oldukları söylenebilir. Buna karşın Nobes, Moore, Martin, Clifford, Butterworth ve Panayiotaki (2003) İngiliz ve İngiltere'de yaşayan Hintli öğrencilerin dünya ile ilgili zihinsel modellerini karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar sonuç olarak öğrencilerin ilkel veya sentez modellere sahip olduğuna dair yeterince kanıt bulunmadığını, öğrencilerin dağınık ve sistematik olmayan bilgilerinin olduğunu ifade etmişlerdir (aktaran Vosniadou, Skopeliti ve Ikospentaki, 2004). Subramaniam ve Padalkar (2009) ise lisansüstü öğrencilerle ayın evreleri konusunda yaptığı çalışma sonucunda, katılımcıların bilimsel bilgilerle örtüşen doğru zihinsel modellere sahip olduklarını belirlemelerine karşın açıklamalarında bilimsel olmayan bilgilerde verebildiklerini ifade etmektedirler.

YÖNTEM

Çalışmada, doğal şartları bozmadan öğrencilerin bazı temel astronomi kavramlarıyla ilgili zihinsel modellerini ortaya çıkarma ve değerlendirme hedeflendiğinden betimsel yaklaşım kullanılmıştır. Betimleme yöntemi incelenen durumu detaylıca tanımlama, açıklama, standartları doğrultusunda değerlendirme ve olaylar arası ilişkileri ortaya çıkarmada etkindir (Çepni, 2009). Çalışmada ayrıca betimsel yaklaşım kapsamında durum çalışması deseni kullanılmıştır. Yin (2003) ve Çepni'ye (2009) göre bu desen çalışmanın amacı doğrultusunda kısa sürede ve derinlemesine bilgiler elde edebilme imkânı sunmaktadır. Yapılan araştırmanın çalışma grubunu 2010-2011 eğitim-öğretim yılında Trabzon ili merkezindeki bir ilköğretim okulunda öğrenim görmekte olan 76 öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama aracı ve analiz süreci aşağıda sırasıyla tanıtılmıştır.

Veri Toplama Aracı

Hill'e (2010) göre zihinsel modeller içerik bilgisi (modellenen gerçeğe ait tanımlayıcı bilgiler), yapı bilgisi (ilişkiler ağıyla ilgili bilgi) ve işlemsel bilgi (içerik ve yapı bilgilerinin kullanılma durumlarıyla ilgili bilgi) olmak üzere bilginin üç özel boyutunu içermektedir. Kurnaz (2011) içerik ve yapı bilgilerinin aslında modellenen gerçeğe ait teorik bilgileri, işlemsel bilginin pratikteki bilgileri yansıttığını belirterek bir bireyin zihinsel modellerini ortaya çıkarmak için o bireyin teorik ve pratik bilgilerine yönelik sorulardan yola çıkılması gerektiğini ifade etmektedir. Bu çerçevede çalışma, öğrencilerin güneş, dünya, ay ve GDA sistemiyle ilgili teorik bilgileriyle ilişkili olarak sorulan 7 açık uçlu soru temelinde sınırlandırılarak yürütülmüştür. Sorular 4, 5 ve 7. sınıf fen ve teknoloji dersi öğretim programları, ilgili literatürde yer alan çalışmalar (bkz. Trundle, Atwood ve Christopher, 2006; Mulholland ve Ginns, 2008; Subramaniam ve Padalkar, 2009) ve uzman görüşleri dikkate alınarak hazırlanmış olup aşağıdaki gibidir:

1. Güneş kavramını duyduğunuzda aklınıza neler gelmektedir? Açıklayınız.
2. Dünya kavramını duyduğunuzda aklınıza neler gelmektedir? Açıklayınız.
3. Ay kavramını duyduğunuzda aklınıza neler gelmektedir? Açıklayınız.
4. Güneşin nasıl bir şekle sahip olduğunu düşünüyorsunuz? Çizerek gösteriniz.
5. Dünyanın nasıl bir şekle sahip olduğunu düşünüyorsunuz? Çizerek gösteriniz.
6. Ayın nasıl bir şekle sahip olduğunu düşünüyorsunuz? Çizerek gösteriniz.
7. Güneş, Dünya ve Ay'ı bir arada gösteren resim çizin. Resminizde, Güneş, Dünya ve Ay'ın size göre nasıl hareket ettiğini gösteriniz. Çizdiğiniz gök cisimlerinin üzerine isimlerini yazınız.

Veri Analizi

Elde edilen verilerin analizinde öncelikle öğrencilerin incelenen gök cisimlerini betimleme ve görselleme durumlarına yönelik algıları yöneltilen sorular temelinde belirlenmiştir. Devamında öğrencilerin güneş, dünya ve ay için ilgili tüm sorulara verdikleri cevaplardan hareketle zihinsel modelleri belirlenmiştir. Zihinsel modellerin belirlenmesi sürecinde temel astronomi kavramları için ilgili literatürde vurgulanan ilkel, sentez ve bilimsel modellerden (Vosniadou ve Brewer, 1992, 1994; Diakidoy ve Kendeou, 2001; Trumper, 2003) yararlanılmıştır. Buna göre ilgili gök cismiyle ilgili olarak bilimsel bilgilerle örtüşen bilgiler veren, doğru görselleme yapan ve gök cisminin sistem içerisinde hareketini doğru gösteren öğrenciler bilimsel modele sahip olarak nitelendirilmiştir. Gök cismi için bilimsel bilgilerle örtüşmeyen cevaplar veren, bilimsel olmayan görselleme yapan ve sistem içerisinde hareketini gösteremeyen öğrenciler ilkel modele sahip şeklinde değerlendirilmiştir. Belirtilen durumlardan biri (veya ikisi) için bilimsel bilgiler veren diğerleri (veya diğeri) için bilimsel olmayan bilgiler veren öğrenciler sentez modele sahip şeklinde nitelendirilmiştir.

Öğrencilerin güneş, dünya ve ay için sahip oldukları zihinsel modellerin yanı sıra GDA sistemi için sahip oldukları zihinsel modellerde tespit edilmiştir. Bunun için yine ilkel, sentez ve bilimsel modellere göre öğrenci cevapları sınıflandırılmıştır. Sistem içerisinde güneş, dünya ve ayın hareketlerini doğru gösteren öğrenciler bilimsel model, kısmen doğru kısmen yanlış gösterenler sentez model ve tamamen yanlış gösterenler ilkel modele sahip olarak nitelendirilmiştir. Güneş, dünya ve ayı bir arada gösteren çizimleri yapan ancak hareket yönlerini göstermeyen öğrenciler cevapsız olarak değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Çalışmadan elde edilen bulgular ‘öğrencilerin algılama durumları’ ve ‘öğrencilerin zihinsel modelleri’ başlıkları altında sunulmuştur.

Öğrencilerin algılama durumları

Öğrencilerin güneş, dünya ve ay ile ilgili algılamaları ‘gök cismini betimleme durumları’, ‘gök cismini görselleme durumları’ ve ‘sistemi görselleme durumları’ başlıkları altında ayrı ayrı sunulmuştur.

Gök Cismini Betimleme Durumları

Veri toplama aracının birinci, ikinci ve üçüncü soruları doğrultusunda öğrencilerin güneş, dünya ve ay ile ilgili belirlenen algılamaları Tablo 1’de sunulmuştur.

Öğrencilerin gök cisimlerini betimleme durumlarıyla ilgili elde edilen bulgular Tablo 1’de incelendiğinde farklı algılamaların mevcut olduğu dikkat çekmektedir. Güneşle ilgili öğrenci algılamalarının daha çok (%55,3) ısı ve ışık kaynağı olmasında birleştiği görülmektedir. Bunun yanı sıra öğrencilerin yaklaşık üçte birine (%34,2) göre güneş bir yıldızdır. Öğrencilerin güneşle ilgili verdikleri cevaplara ait bazı örnekler aşağıdaki gibidir:

“doğal ısı ve ışık kaynağı. Çevresindeki tüm cisimleri aydınlatan ve ısı saçan en büyük yıldız” Ö5.

“en sıcak ısı ve ışık kaynağı” Ö49.

“ısı ve ışık yayan meteor” Ö14.

“ısı veren gezegen” Ö20.

“en sıcak yıldızdır ve güneş en büyük yıldızdır. Hem ısı hem ışık kaynağıdır” Ö65.

Dünya ile ilgili öğrenci algılamalarının çoğunlukla (%86,9) yaşanabilir olmasında birleştiği anlaşılmaktadır. Dünyayı yaşanabilir olarak tanımlayan öğrencilerin bazılarında (%39,5) göre evrendeki tek yaşanabilir gezegen dünyadır. Öğrencilerin dünyayla ilgili verdikleri cevaplara ait bazı örnekler aşağıdaki gibidir:

“evrende yaşam olan tek gezegen” Ö71.

“üçüncü gezegendir. Yuvarlaktır ve dünyanın içinde insanlar, ağaçlar, hayvanlar vb. canlı ve cansızlar vardır. Kendi etrafında döner” Ö6.

“3’te 2’si suyla kaplı olan içinde yaşam olan gezegendir” Ö18.

“güneşin etrafında döner. Yuvarlak şekillidir” Ö38.

Tablo 1. Güneş, dünya ve ay için verilen öğrenci cevapları

Gök cismi	Öğrenci cevabı	f	%
Güneş	Isı ve ışık kaynağı	42	55,3
	Yıldız	26	34,2
	Işık kaynağı	14	18,4
	Gezegen	6	7,9
	Meteor	2	2,6
	Gök cismi	2	2,6
	Isı kaynağı	2	2,6
Dünya	Yaşanabilir bir gezegen	36	47,4
	(Evrendeki) Yaşanabilir tek gezegen	30	39,5
	Canlı ve cansız varlıklar içeren	4	5,3
	Yuvarlak olması	4	5,3
	Güneşin etrafında dönmesi	4	5,3
	Kendi etrafında dönmesi	4	5,3
	1/4'ünün sularla kaplı olması	4	5,3
	2/3'ünün sularla kaplı olması	2	2,6
	3/4'ünün sularla kaplı olması	2	2,6
	Elips şeklinde olması	2	2,6
Gezegen	2	2,6	
Ay	Dünyanın uydusu	58	76,3
	Güneşten aldığı ışığı yansıtması	22	28,9
	Kraterlerinin olması	6	7,9
	Yapay ışık kaynağı olması	6	7,9
	Kendi etrafında dönmesi	4	5,3
	Dünyanın etrafında dönmesi	2	2,6
	Güneşin etrafında dönmesi	2	2,6
	Gök cismi	2	2,6
	Gezegen	2	2,6
	Isı ve ışık kaynağı	2	2,6

Ay ile ilgili öğrenci algılamaları dünyanın uydusu olduğu fikrinde (%76,3) birleşmektedir. Ayrıca öğrencilerin yaklaşık üçte birine (%28,9) göre ay, güneşten aldığı ışığı yansıtır. Öğrencilerin ayla ilgili verdikleri cevaplara ait bazı örnekler aşağıdaki gibidir:

“üzerinde kraterleri bulunan dünyanın tek uydusudur” Ö3.

“dünyanın uydusudur. Isı ve ışık kaynağı değildir. Güneşten aldığı ışığı dünyaya yansıtır” Ö4.

“akşamları ışık saçan gezegen” Ö19.

“geceleri ışık saçan gök cismi” Ö62.

Gök Cismini Görselleme Durumları

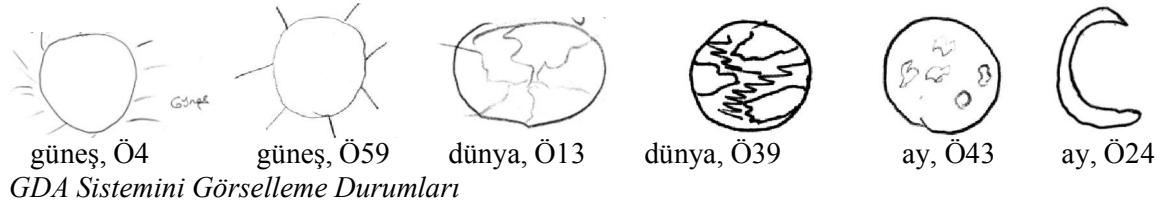
Veri toplama aracının dördüncü, beşinci ve altıncı soruları doğrultusunda öğrencilerin güneş, dünya ve ay ile ilgili çizimlerine yönelik elde edilen bulgular Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Güneş, dünya ve ay için öğrenci çizimlerinin nitelikleri

Gök cismi	Öğrenci cevabı	f	%
Güneş	Yuvarlak çizim	74	97,4
	Anlamsız çizim	2	2,6
Dünya	Yuvarlak çizim	54	71,1
	Geoit çizim	22	28,9
Ay	Yuvarlak çizim	42	55,3
	Hilal çizimi	34	44,7

Tablo 2’de görüldüğü gibi bir öğrenci hariç öğrencilerin tamamı güneşin yuvarlak olduğunu belirtmişlerdir. Dünya için öğrencilerin çoğunluğu (%71,1) yuvarlak olduğu gösteren diğerleri (%28,9) geoit bir şekil çizmişlerdir. Ay için öğrencilerin çoğunluğu (%55,3) yuvarlak olduğu gösteren

diğerleri (%44,7) hilal şeklinde çizim yapmışlardır. Öğrenciler tarafından yapılan bazı örnek çizimler aşağıdaki gibidir:

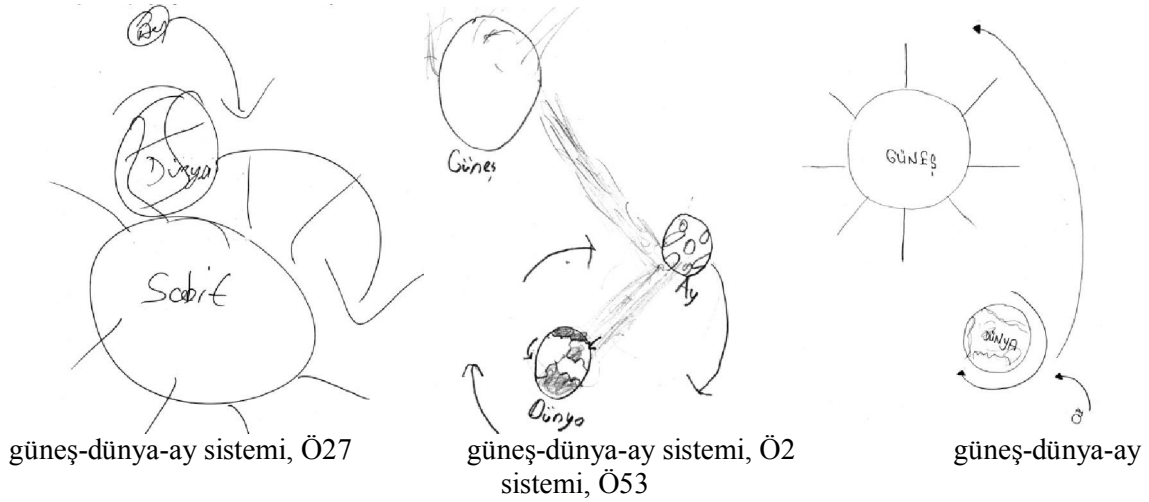


Veri toplama aracının yedinci sorusu doğrultusunda öğrencilerin güneş, dünya ve ayın hareketleriyle ilgili çizimlerine yönelik elde edilen bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Güneş, dünya ve ayın hareketleri için verilen öğrenci cevapları

Öğrenci cevabı	f	%
Ayın dünya etrafında dönmesi	36	47,4
Dünyanın güneş etrafında dönmesi	34	44,7
Dünyanın kendi etrafında dönmesi	28	36,8
Ayın kendi etrafında dönmesi	10	13,2
Gök cisimlerinin hareketini göstermeyenler	34	44,7
Güneşin kendi etrafında dönmesi	-	-

Tablo 3'te görüldüğü gibi öğrencilerin %47,4'ü ayın dünya etrafında, %44,7'si dünyanın güneş etrafında döndüğünü çizimlerinde göstermişlerdir. Öğrencilerin %36,8'i dünyanın kendi etrafında döndüğünü ve %13,2'si ayın kendi etrafında döndüğünü görselleştirmiştir. Öğrencilerin tamamı güneşin kendi eksenini etrafında döndüğünü gösteren çizim yapmamışlardır. Öğrencilerin yarıya yakın bir bölümüyse (%44,7) gök cisimlerinin gösteren şekiller çizseler de bu çizimlerinde gök cisimlerinin hareketlerini göstermemişlerdir. Öğrenciler tarafından yapılan bazı örnek çizimler aşağıdaki gibidir:



Öğrenci çizimleri gök cisimlerinin büyüklükleri açısından da incelenmiştir. Elde edilen bulgular tüm öğrencilerin güneş>dünya>ay sıralamasına uygun nitelikte çizim yaptıklarını göstermiştir.

Öğrenci zihinsel modelleri

Öğrencilerin güneş, dünya, ay ve güneş-dünya-ay sistemi için belirlenen zihinsel modelleri Tablo 4'te sunulmuştur.

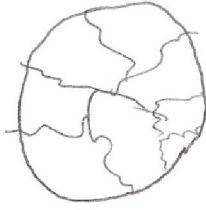
Tablo 4. Öğrenci zihinsel modellerinin dağılımı

Gök Cismi/Sistem	Bilimsel model		Sentez model		İlkel model		Cevapsız	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Güneş	-	-	74	97,4	2	2,6	-	-
Dünya	22	28,9	54	71,1	-	-	-	-
Ay	4	5,3	70	92,1	2	2,6	-	-
GDA	-	-	42	55,3	-	-	34	44,7

Tablo 4’te özetlendiği gibi güneş ve GDA sistemi için öğrencilerin hiçbirinin bilimsel modele sahip olmadıkları belirlenmiştir. Dünya ve ay içinse az sayıda öğrencinin bilimsel modele sahip oldukları tespit edilmiştir. Ö14 kodlu öğrencinin dünya için tüm sorularda verdiği cevaplar aşağıda sunulmuş olup bu gök cismiyle ilgili bilimsel model kategorisinde değerlendirilen öğrencilerin özelliklerini yansıtır niteliktedir.

Cevap 2: İçinde yaşadığımız atmosferi olan gezegen. Kendi etrafında döner. Yuvarlak şekle benzer. 4’de 3’ü sularla kaplıdır. Güneş etrafında döner.

Cevap 5:



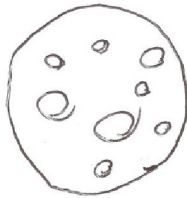
Cevap 7:



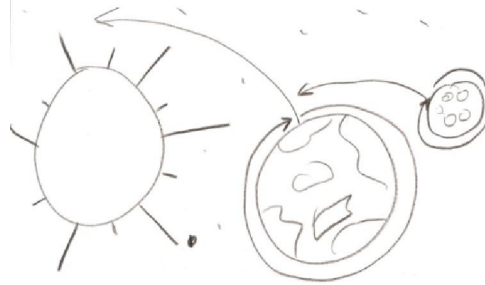
Ö66 kodlu öğrencinin ay için tüm sorularda verdiği cevaplar aşağıda sunulmuş olup bu gök cismiyle ilgili bilimsel model kategorisinde değerlendirilen öğrencilerin özelliklerini yansıtır niteliktedir.

Cevap 3: güneşten aldığı ışığı dünyaya yansıtır ve yapay ışık kaynağıdır. Dünyanın tek uydusudur. Kraterleri vardır.

Cevap 6:



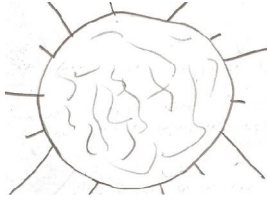
Cevap 7:



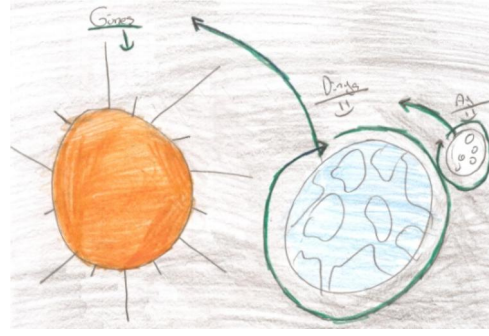
Öğrenciler güneş, dünya, ay ve GDA sistemi için çoğunlukla sentez modele sahiptirler (Tablo 4). Ö32 kodlu öğrencinin güneş için tüm sorularda verdiği cevaplar aşağıda sunulmuş olup bu gök cismiyle ilgili sentez model kategorisinde değerlendirilen öğrencilerin özelliklerini yansıtır niteliktedir.

Cevap 1: Güneş bir bakımdan en büyük yıldızdır ve ısı ve ışık kaynağıdır. Güneş çok sıcak olduğundan buna yakın olan gezegenlerde yaşam yoktur ve uzak olan gezegenlerde ise soğuk olduğu için bu gezegenlerde de hayat yoktur.

Cevap 4:



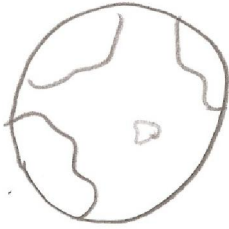
Cevap 7:



Ö75 kodlu öğrencinin dünya için tüm sorularda verdiği cevaplar aşağıda sunulmuş olup bu gök cismiyle ilgili sentez model kategorisinde değerlendirilen öğrencilerin özelliklerini yansıtır niteliktedir.

Cevap 2: üzerinde yaşam olan tek gezegendir. Uydusu aydır. Halkası yok. Kendi ve güneşin etrafında döner.

Cevap 5:



Cevap 7:



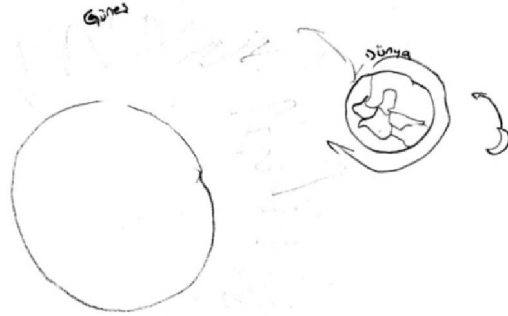
Ö31 kodlu öğrencinin ay için tüm sorularda verdiği cevaplar aşağıda sunulmuş olup bu gök cismiyle ilgili sentez model kategorisinde değerlendirilen öğrencilerin özelliklerini yansıtır niteliktedir.

Cevap 3: Geceleri güneş yardımıyla ışık saçır.

Cevap 6:

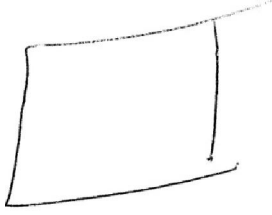


Cevap 7:

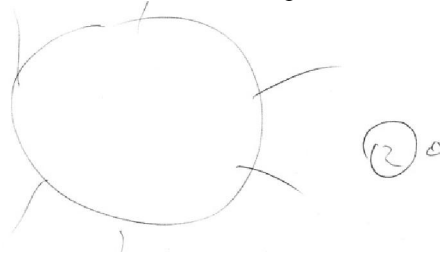


Güneş ve ay için birer öğrencinin ilkel modele sahip oldukları tespit edilmiştir. Ö12 kodlu öğrenci güneş için ilkel model kategorisinde değerlendirilmiştir. Öğrencinin tüm sorulara verdiği cevaplar aşağıda sunulmuştur.

Cevap 1: ısı kaynağımız.
Cevap 4:



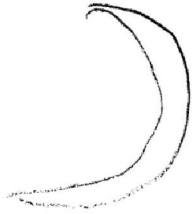
Cevap 7:



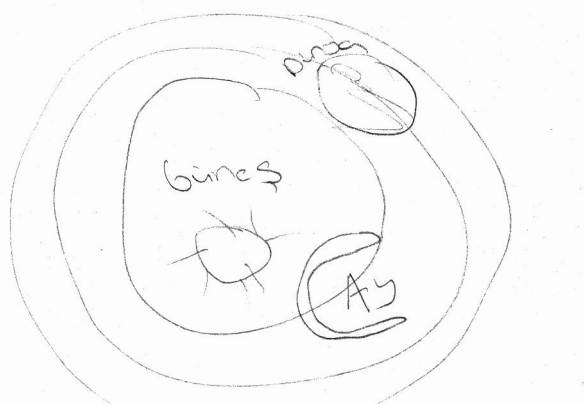
Ö7 kodlu öğrenci ay için ilkel model kategorisinde değerlendirilmiştir. Öğrencinin tüm sorulara verdiği cevaplar aşağıda sunulmuştur.

Cevap 3: Isı ve ışık kaynağıdır. Ay güneşin etrafında döner.

Cevap 6:



Cevap 7:



TARTIŞMA

Bu çalışmada 7. sınıf öğrencilerinin güneş, dünya, ay ve GDA sistemiyle ilgili zihinsel modelleri incelenmiştir. Elde edilen bulgulara yönelik değerlendirmeler bulgular paralelinde iki başlık altında sunulmuştur.

Öğrencilerin Algılama Durumlarına Yönelik Tartışma

Öğrencilerin gök cisimleriyle ilgili betimlemeleri

Güneş, dünya ve ayın günlük, aylık ve yıllık hareketleri ve sonuçlarına dair olgular öğrenciler tarafından gözlemlenmektedir. Bu nedenle öğrencilerde bu üç gök cisimine dair doğru algılamaların yapılandırılması oldukça önemlidir. Bu anlamda güneş, dünya ve ay ile ilgili öğrenci ifadeleri incelendiğinde, öğrencilerin yoğunlaştığı konuların güneş için ısı ve ışık kaynağı (%55,3), dünya için yaşanabilir (%86,9) ve ay için dünyanın uydusu (%76,3) olmasıdır. Bu durumlar dışında verilen cevaplarına az sayıda öğrenci tarafından dile getirildiği dikkat çekmektedir. Buradan öğrenci algılamalarının daha çok günlük hayatta kullanıldığı şekliyle sınırlandırıldığı anlaşılmaktadır. Diğer bir ifadeyle, bu üç gök cisimiyle ilgili öğrencilere doğru algılamaların kazandırılmadığı ya da öğrencilerin kazanımlarını ifade etmede zorlandığı söylenebilir. Bu durum, 4, 5 ve 7. sınıf fen ve teknoloji dersi öğretim programlarında belirtilen özelliklerin (örneğin gök cisimlerinin hareketleri ve sonuçları) öğrenciler tarafından ifade edilmemesi bulgusu dikkate alınarak desteklenebilir. Trumper'a (2001, 2003) bu durum şaşırtıcı değildir. Trumper yapmış olduğu literatür taramasından hareketle öğrencilerin çıplak gözle gözlemlenebilen gök cisimleri için kendi gözlem ve yaşantılarından hareketle açıklama yaptıklarını ve bunların genellikle bilimsel bilgilerle örtüşmediğini belirtmektedir. Tablo 1 incelendiğinde çalışma grubundaki bazı öğrencilerin bilimsel bilgilerle örtüşmeyen cevaplar verdikleri görülmektedir. Buna göre öğrencilere sunulan öğretim sürecinin yeterince etkili olmadığı söylenebilir.

Öğrencilerin gök cisimlerini ve GDA sistemini görselleme durumları

Öğrencilerin güneş, dünya ve ay için çizmiş olduğu görseller incelendiğinde öğrencilerin özellikle güneş ve dünya için bilimsel bilgilerle örtüşen çizimler yaptıkları görülmektedir. Burada öğrencilerin dünya için yaptıkları yuvarlak çizimler öğretim programında dünyanın şeklinin küreye benzetilmesi nedeniyle kabul edilebilir niteliktedir. Ancak öğrencilerin yarıya yakını (%44,7) tarafından ayın hilal şeklinde çizilmesi ayın şeklini algılama noktasında eksiklikler olduğunu göstermektedir. Buradan genel olarak öğrencilerin güneş, dünya ve ayın şekli için bilimsel bilgilerle örtüşen algılamalara sahip olduğu söylenebilir.

GDA sistemiyle ilgili öğrenci görselleri incelendiğinde öğrencilerin güneş, dünya ve ay arasındaki büyüklük sırasına ilişkin bilgileri edindikleri anlaşılmaktadır. Ancak elde edilen bilgilere göre öğrencilerin güneş, dünya ve ayın hareketlerini gösterme konusunda eksiklikleri olduğu açıktır. Öğrencilerin güneş, dünya ve ayın hareketlerine yönelik algılama eksiklerine dair elde edilen bulgular, 6. sınıf öğrencileriyle çalışan Sharp (1996) ve ilkökul ve ortaokul öğrencileriyle çalışan Plummer (2009) tarafından ulaşılan sonuçlarla paralellik göstermektedir. Bu çalışma kapsamında özellikle dikkat çeken durum öğrencilerin tamamının güneşi sabit olarak algılamalarıdır (bkz. Tablo 3). 7. sınıf fen ve teknoloji dersi öğretim programında öğrencilerden güneş sistemiyle ilgili model oluşturmaları beklenmektedir. Bunun için öğretim programında önerilen örnek etkinlik aşağıdaki gibidir (MEB, 2006):

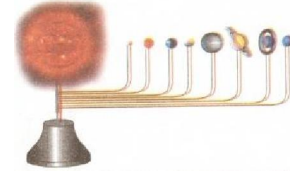
Sizde Bir Güneş Sistemi Modeli Yapabilirsiniz

Öğrenciler, yakın çevrelerinden edinecekleri malzemeleri kullanarak, Güneş, Dünya ve diğer sekiz gezegenden oluşan ve mümkünse bu gezegenlerin hareketlerini de temsil edebilen güneş sistemi modelini oluşturur ve sergiler.

Etkinlikte görüldüğü gibi programda gezegenlerin güneş etrafındaki hareketlerine vurgu yapılırken güneşin kendi eksenini etrafındaki hareketi belirtilmemektedir. Bu durumun ders kitabındaki yansıması aşağıdaki gibi olduğu görülmektedir (Tunç ve diğ., 2008 syf. 259):

Gezegenlerin yolu

Renkli oyun hamurları, kartonlar ve bakır tellerle resimdeki gibi bir güneş sistemi oluşturulmuş. Bakır tellerin hareketli olmasını sağlayarak gezegenlerin güneş etrafında izledikleri yolu gösterelim.



Görüldüğü gibi program doğrultusunda ders kitabında yapılandırılan yaklaşım, öğrencilerin güneşin sabit olduğunu düşünmelerinin nedenlerinden biri olabilir. Cin (2007)'e göre öğrenci alternatif fikirlerinin gelişmesinde ders kitaplarının, öğretmenlerin ve öğretmen materyallerinin önemli bir yeri vardır.

Öğrencilerin Zihinsel Modellerine Yönelik Tartışma

Elde edilen bulgular az sayıda öğrencinin dünya ve ay için bilimsel zihinsel modellere, birer öğrencinin güneş ve ay için ilkel modele sahip olduklarını ve diğerlerinin sentez modele sahip olduklarını göstermiştir. GDA sistemi içinse cevap veren öğrencilerin tamamının sentez modele sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin güneşle ilgili zihinsel modellerinin sentez model kategorisinde değerlendirilmesinin temel nedenleri, güneşe dair yanlış betimleme yapımları ve/veya hareketini gösterememeleriyle ilişkilidir. Dünyayla ilgili zihinsel modellerinin sentez model kategorisinde değerlendirilmesinin temel nedenleri, dünyanın kendi eksenini etrafındaki ve/veya güneş etrafındaki dönüşü konusundaki bilgi eksiklikleridir. Ayla ilgili zihinsel modellerinin sentez model kategorisinde değerlendirilmesinin temel nedenleri, ayın kendi eksenini etrafındaki ve/veya dünya etrafındaki dönüşü ve/veya şeklini görselleme konusundaki bilgi eksiklikleridir. Öğrencilerin GDA sistemiyle ilgili zihinsel modellerinin sentez model kategorisinde değerlendirilmesiyse gök cisimlerinin hareketi konusundaki bilgi eksiklikleridir. Buna göre tüm öğrenciler güneşin sabit olduğu bir GDA sistemi düşünmektedir. Bazı öğrenciler ayrıca dünyanın bazıları da ayın kendi eksenini etrafında dönmediği bir GDA sistemi olduğuna inanmaktadırlar. Trumper (2001, 2003, 2006) öğrencilerin öğrenme ortamına temel astronomi kavramlarıyla ilgili kavram yanlışları veya alternatif fikirler içeren bilgilerle gelebildiğini vurgulamaktadır. Buna göre elde edilen bulgular ışığında çalışma grubu için düzenlenen

öğretim süreçlerinin zihinsel modellerini geliştirmede yeterli olmadığı söylenebilir. Buradaki sorun ders kitapları veya öğretmen uygulamalarının kaynaklanıyor olabilir. Nitekim öğretmen adaylarıyla yürütülen bazı çalışmalardan adayların temel astronomi kavramıyla ilgili yetersiz bilgilere ya da zihinsel modellere sahip oldukları ifade edilmektedir (Ünsal ve diğ., 2001; Emrahoğlu ve Öztürk, 2009; İyibil ve Sağlam Arslan, 2010).

Güneş, dünya, ay ve GDA sistemi için öğrencilerin çoğunlukla sentez modele sahip olduğuna dair elde edilen bulgular ilgili literatürle uyumluluk göstermektedir (bkz. Vosniadou ve Brewer, 1992, 1994; Trumper, 2001, 2003, 2006; Panagiotaki, Nobes ve Banerjee, 2006). Aslında öğrenciler için GDA sistemine yönelik bir görsel model oluşturma kolay olsa da güneş, dünya ve ay arasındaki ilişkileri yansıtmaya uzamsal düşünmeyi gerektirmektedir. Suzuki'ye (2003) göre GDA sistemi için öğrenci yetersizliğinin nedeni olaylara dünya dışından bir bakış açısıyla bakılmamasıdır. Callison ve Wright (1993 aktaran Mulholland ve Ginns, 2008) göre GDA sistemindeki ilişkilere yönelik bir zihinsel model geliştirememenin nedeni muhakeme ve uzamsal düşünme seviyelerindeki yetersizliktir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, öğrencilerin güneş, dünya, ay ve GDA sistemiyle ilgili zihinsel modellerini ortaya çıkarma amacıyla yürütülmüştür. Elde edilen bulgular doğrultusunda ulaşılan temel sonuç güneş, dünya, ay ve GDA sistemiyle ilgili olarak öğrencilerin çoğunlukla sentez modele sahip olduğu yönündedir. Diğer bir ifadeyle öğrenciler, sunulan bilimsel modelleri tam olarak kabul etmemekte veya anlamamakta bunun yerine ilkel modellerle bütünleştirerek kendilerine göre yordamaktadır.

Elde edilen bulgular ışığında öğretmenlere öğrencilerin muhakeme ve uzamsal düşünme seviyelerini dikkate alarak öğrenme ortamlarını farklı teknikleri içerecek şekilde yapılandırması önerilmektedir. Ayrıca öğretmenlere GDA veya güneş sistemiyle ilgili yapılandırılacak öğrenci modellerinde tüm gök cisimlerinin hareket özelliklerine vurgu yapılması önerilmektedir. Araştırmacılara gök cisimlerinin hareketleriyle ilgili bilgi eksikliklerinin öğrencilerin mevsimlerin oluşumu, ayın evreleri, gece-gündüz oluşumu vb. konularındaki etkisinin araştırılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Bower, G. H. & Morrow, G. (1990). Mental models in narrative comprehension, *Science*, 247, 44-48.
- Cin, M. (2007). Alternative views of the solar systems among Turkish students, *International Review of Education*, 53(1), 39-53.
- Çepni, S. (2009). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş* (4. Baskı). Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Diakidoy, I. N. & Kendeou, P. (2001). Facilitating conceptual change in astronomy: a comparison of the effectiveness of two instructional approaches. *Learning and Instruction*, 11, 1-20.
- Ekiz, D. ve Akbaş, Y. (2005). İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin Astronomi ile İlgili Kavramları Anlama Düzeyi ve Kavram Yanılgıları, *Milli Eğitim Dergisi*, 165, 61-78.
- Emrahoğlu, N. ve Öztürk, A. (2009). Fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi kavramlarını anlama seviyelerinin ve kavram yanılgılarının incelenmesi üzerine boylamsal bir araştırma. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18 (1), 165-180.
- Greca, I. M. & Moreira, M. A. (2002). Mental, physical, and mathematical models in the teaching and learning of physics, *Science Education*, 86 (1), 106-121.
- Gülççek, Ç. ve Güneş, B. (2004). Fen öğretiminde kavramların somutlaştırılması: modelleme stratejisi, bilgisayar simülasyonları ve anolojiler, *Eğitim ve Bilim*, 29, 36-48.
- Franco, C. & Colinvaux, D. (2000). Grasping Mental Models, J.K.Gilbert & C.J. Boulter (Eds.), *Developing Models in Science Education*, Kluwer Academic Publishers, England.
- Hanke, U. (2008). Realizing Model-Based Instruction-The Model of Model-Based Instruction, In D. Ifenthaler, P. Pirnay-Dummer ve J. M. Spector (Eds.), *Understanding Models for Learning and Instruction* (175-186). Springer Science+Business Media.
- Hanke, U., & Huber, E. (2010). Acceptance of Model-Based Instruction among Students in Spanish and Mathematics. In J. M. Spector, D. Ifenthaler, P. Isaías, Kinshuk, and D. Sampson (Eds.), *Learning and Instruction in the Digital Age* (225-235). Springer Science+Business Media.

- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (1996). Secondary Students' Mental Models of Atoms and Molecules: Implications for Teaching Chemistry, *Science Education*, 80 (5), 509-534.
- Hestenes, D. (2006). Notes for a Modeling Theory of Science, Cognition and Instruction. Proceedings of the GIREP conference: Modelling in Physics and Physics Education.
- İyibil, Ü. ve Sağlam Arslan, A. (2010). Fizik Öğretmen Adaylarının Yıldız Kavramına Dair Zihinsel Modelleri, *NEF-EFMED*, 4(2), 25-46.
- Jones, B., Lynch, P., & Reesink, C. (1987). Children's conceptions of the Earth, Sun and Moon. *International Journal of Science Education*, 9, 43-53.
- Kurnaz, M. A. (2007). *Enerji Kavramının Üniversite 1. Sınıf Seviyesinde Öğrenim Durumlarının Analizi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Trabzon.
- Kurnaz, M. A. & Sağlam Arslan, A. (2009). Using the Anthropological Theory of Didactics in Physics: Characterization of the Teaching Conditions of Energy Concept and the Personal Relations of freshmen to this Concept, *Journal of Turkish Science Education*, 6 (1), 72-88.
- Kurnaz, M. A. & Sağlam Arslan, A. (2010). Praxeological analysis of the teaching conditions of the energy concept, *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 5, 233-242.
- Kurnaz M. A. (2011). *Enerji Konusunda Model Tabanlı Öğrenme Yaklaşımına Göre Tasarlanan Öğrenme Ortamlarının Zihinsel Model Gelişimine Etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Kurnaz, M. A. ve Sağlam Arslan, A. (2011). Model Tabanlı Öğrenme Yaklaşımını Temel Alan Öğrenme Ortamının Öğrencilerin Enerji Kavramını Anlama Düzeylerine Etkisi. *e-international Journal of Educational Research*, 2(2), 1-16.
- MEB (2006). *İlköğretim Fen Ve Teknoloji Dersi (6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara.
- Mulholland, J. & Ginns, I. (2008). College MOON Project Australia: Preservice Teachers Learning about the Moon's Phases. *Research in Science Education*, 38, 385-399.
- Nersessian, N. J. (1992). How do scientist think? Capturing the dynamics of conceptual change in science, In R. N. Giere (Eds.), *Cognitive models of science* (3-44). University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Örnek, F. (2008). Models in Science Education: Applications of Models in Learning and Teaching Science, *International Journal of Environmental & Science Education*, 3 (2), 35-45.
- Panagiotaki, G., Nobes, G. & Banerjee, G. (2006). Is the world round or flat? Children's understanding of the earth. *European Journal of Developmental Psychology*, 3(2), 124-141.
- Plummer, J. D. (2009). A Cross-age Study of Children's Knowledge of Apparent Celestial Motion. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1571-1605.
- Rapp, D. (2005). Mental models: theoretical issues for visualizations in science education, John K. Gilbert (Eds.), *Visualization in Science Education* (43-60). Netherlands.
- Sağlam-Arslan, S. (2008). *OFM7190 Eğitim Araştırmaları İçin Bilgiyi ve Öğrenmeyi Modelleme Teknikleri*, Yayınlanmamış Ders Notları, KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon.
- Sharp, J. G. (1996). Children's astronomical beliefs: A preliminary study of Year 6 children in south-west England. *International Journal of Science Education*, 18(6), 685-712.
- Subramaniam, K. & Padalkar, S. (2009). Visualisation and Reasoning in Explaining the Phases of the Moon. *International Journal of Science Education*, 31(3), 395-417.
- Suzuki, M. (2003). Conversations about the Moon with prospective teachers in Japan. *Science Education*, 87(6), 892-910.
- Trumper, R. (2001). A Cross-College Age Study of Science and Nonscience Students' Conceptions of Basic Astronomy Concepts in Pre-service Training for High-School Teachers, *Journal of Science Education and Technology*, 10(2), 189-195.
- Trumper, R. (2003). The Need for Change in Elementary School Teacher Training—a Cross-College Age Study of Future Teachers' Conceptions of Basic Astronomy Concepts, *Teaching and Teacher Education*, 19, 309-323.
- Trumper, R. (2006). Teaching future teachers basic astronomy concepts – Sun-Earth-Moon relative movements – at a time of reform in science education. *Research in Science & Technological Education*, 24(1), 85-109.
- Trundle, K. C., Atwood, R. K. & Christopher, J. E. (2006). Preservice Elementary Teachers' Knowledge of Observable Moon Phases and Pattern of Change in Phases. *Journal of Science Teacher Education*, 17, 87-101.

- Tunç, T., Bağcı, N., Yörük, N., Köroğlu, N. G., Altunoğlu, Ü. Ç., Başdağ, G., Keleş, Ö., İpek, İ. ve Bakar, E. (2008). *Fen ve Teknoloji Ders Kitabı* (2. Baskı). Ankara: Devlet Kitapları.
- Ünal, G. ve Ergin, Ö. (2006). Fen Eğitimi ve Modeller, *Milli Eğitim Dergisi*, 171, 188-196.
- Ünsal, Y., Güneş, B. ve Ergin, İ. (2001). Yükseköğretim Öğrencilerinin Temel Astronomi Konularındaki Bilgi Düzeylerinin Tespitine Yönelik Bir Araştırma, *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3), 47-60.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535–585.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123–183.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.
- Vosniadou, S., Skopeliti, I. & Ikospentaki, K. (2004). Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy. *Cognitive Development*, 19, 203–222.
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research: Design and Methods* (3rd Ed.). London: Sage Publications.