



## Pre-Service Physics Teachers' Mental Models about Stars

Ümmügülsüm İYİBİL and Ayşegül SAĞLAM ARSLAN\*

Karadeniz Technical University, Trabzon, TURKIYE

Received : 31.03.2010

Accepted : 12.11.2010

---

*Abstract* – The topic of stars and stellar has been recently included in new physics curriculum which has been improved in terms of the requirements of researches in education field. Future physics teachers' knowledge about this topic reveals to be an important issue. In line with this, this study aims at determining pre-service physics teachers' mental models about the concept of stars. The sample of the study consisted of 29 fourth year and 27 fifth year pre-service physics teachers at a university in the Eastern Black Sea Region. The study's data was collected with a questionnaire including four open-ended questions. The findings indicated that pre-service physics teachers generally have mental models which haven't complied with scientific knowledge.

*Key words:* pre-service physics teacher, mental model, stars.

### Summary

A change affects every area and especially education systems. Thus, the curriculums also need to be rearranged to keep pace with this evolution. Within scope of change of physics' curriculum, the existing curriculum issues were revised and new subjects were added to the curriculum such as the nature of physics, modern physics and stars and quasi-stellar. Astronomy topics in the curriculum like stars and quasi-stellar are thought to be beneficial for students (Gülseçen, 2005).

Mental models are cognitive representations used to identify, explain, predict and control any cases (Buckley and Boulter, 2000; Örnek, 2008). The quality and properties of students' mental models about any concept are an indication of what and how they learnt this concept (Ünal and Ergin, 2006). In this respect, mental models constructed by students are behind the meaningful learning (Duit and Glynn, 1996 cited from Ünal and Ergin, 2006). Taking into account the undeniable role of teachers in students' mental models construction,

---

\* Corresponding author: Ayşegül Sağlam Arslan, Assistant Professor in Physics Education, Karadeniz Technical University, Fatih Faculty of Education, Adnan Kahveci Bulvarı, Söğütlü, Akçaabat-Trabzon, TURKIYE.  
*E-mail:* asaglam\_arslan@yahoo.fr

the objective of this paper is to identify mental models of pre-service physics teachers about stars.

### **Methodology**

This descriptive research aiming to identify and explain a situation thoroughly was conducted as a case study. The sample of the study consisted of 29 fourth year student teachers and 27 fifth year students teachers at a university in the Eastern Black Sea Region. The data collection tool (consisting of 4 open-ended questions) was administered at nearly the end of the semester. Experts' views were taken to provide the data collection tool's validity and reliability. Student responses were analyzed in two ways. Firstly, the pre-service teachers' answers were analyzed by using descriptive analysis in order to describe a general view of their academic level in each question. Secondly, in order to identify the pre-service teachers' mental model about star, all answers of each student were analyzed collectively by using an holistic analysis.

### **Results and Conclusion**

Descriptive analysis of students' responses indicate that most of the pre-service teachers defined stars as celestial body with different features (66%). Besides, some pre-service teachers said that a star is a planet (11%) or a meteorite (3%). Pre-service teachers have different ideas about how stars shine. Generally, they think that stars shine owing to providing lights from the various light sources such as sun and moon and reflecting it (41%). However, for explaining stars' shining, 27% of them mention the nuclear reactions occurring in stars. Nearly all the participants think that stars change over time (84%). They explain the changes with being extinguished, collision, explosion, being torn and reactions. On the other hand the finding of this research shows that pre-service teachers have different views about the shapes of stars; there is no particular shape for stars (27%); spherical (21%); circular (18%) and pentacle (13%).

According to the holistic analysis of pre-service teachers' answers, four mental models about stars were determined. Mental Model 1 (ZM1); pre-service teachers have scientific (i.e. correct) knowledge about star concept and its properties. Mental Model 2 (ZM2); pre-service teachers know star concept's definition on a scientific level but there have no knowledge about its properties. Model 3 (ZM3); pre-service teachers explain scientifically stars' properties but they cannot give a correct definition for this concept. And Mental Model 4 (ZM4); this model is incompatible with the scientific knowledge about stars. When the students' answers to four questions about star concept were analyzed collectively, it was found that an important part of pre-service teachers have no scientific knowledge about stars

and were classified at Mental Model 4 (ZM4) (41%). However only 13% of them gave acceptable responses and were classified at Mental Model 1 (ZM1). In addition, the results indicate that some pre-service teachers have mental models partly related to scientific knowledge (ZM2 or ZM3).

### **Suggestion**

In brief, this study reveals that the pre-service teachers who are ready to graduate right now do not have adequate scientific knowledge about the new subject, stars, added in the physics curriculum. Taking into account the results of the study, it is suggested that pre-service physics teachers should take astronomy and/or astrophysics courses during their undergraduate education in order to eliminate the lack of scientific knowledge about the stars.

## Fizik Öğretmen Adaylarının Yıldız Kavramına Dair Zihinsel Modelleri

Ümmügülsüm İYİBİL ve Ayşegül SAĞLAM ARSLAN<sup>†</sup>

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, TÜRKİYE

Makale Gönderme Tarihi: 31.03.2010

Makale Kabul Tarihi: 12.11.2010

*Özet* – Çağımızın ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilen yeni lise fizik dersi öğretim programında yıldız ve yıldızlar konusuna yer verilmiştir. Programa henüz dahil edilmiş bu konu hakkında geleceğin fizik öğretmenlerinin ne tür bilgilere sahip olduğu büyük önem taşımaktadır. Bu durum dikkate alınarak bu çalışmada fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modellerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın örneklemini Doğu Karadeniz bölgesindeki bir üniversitede öğrenim görmekte olan 29'u dördüncü sınıf ve 27'si beşinci sınıf olmak üzere toplam 56 fizik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Bu bağlamda çalışmanın amacına uygun olarak 4 açık uçlu sorudan oluşan bir test geliştirilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının genel olarak bilimsel bilgilerle uyumlu olmayan zihinsel modellere sahip olduklarını göstermektedir.

*Anahtar kelimeler:* fizik öğretmen adayları, zihinsel model, yıldızlar.

### Giriş

Hızla gelişen dünyamızda eğitim sistemleri de bu gelişmelere paralel olarak kendini sürekli geliştirmek ihtiyacındadır. Bu doğrultuda birçok ülkede öğretim programları günün ihtiyaçları doğrultusunda değişimlere uğramaktadır. Ülkemiz açısından bakıldığında ise Ortaöğretim Fizik Dersi Öğretim Programı yirmi yılı aşkın bir süredir önemli bir değişikliğe uğramadan uygulanmaktaydı (MEB, 2008). Öğretim programının güncellenmesi ihtiyacına binaen geçtiğimiz yıllarda yeni fizik dersi öğretim programı geliştirilmeye ve uygulanmaya başlanmıştır. Bu bağlamda mevcut programdaki konular yeniden düzenlenmiş ve fiziğin doğası, modern fizik, yıldızlar ve yıldızlar gibi birkaç yeni konu daha müfredata eklenmiştir.

Yıldızlar ve yıldızlar gibi astronomi konularının müfredata konulmasının faydalı olacağı düşünülmektedir (Gülseçen, 2005). Bu düşüncenin temelinde astronomi ile fen bilimleri arasında belirgin bir bağlantı bulunması ve astronominin kişiye doğru ve mantıklı

<sup>†</sup> İletişim: Ayşegül Sağlam Arslan, Yard. Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Fizik Eğitimi ABD, Adnan Kahveci Bulvarı, Söğütü, Akçaabat-Trabzon, TÜRKİYE.  
E-mail: asaglam\_arslan@yahoo.fr

düşünmeyi etkin bir şekilde öğreten bir bilim dalı olması, ayrıca birçok gelişmiş ülkede fen bilimlerinin öğrencilere sevdirmesi, onların fen bilimlerine ilgi duymasının sağlanması amacıyla astronomiden etkin bir şekilde faydalanılması yatmaktadır (Tunca, 2005).

Öğrencilerin astronomi kavramları hakkında sahip oldukları bilgilerin tespiti için pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların bir bölümünün (Şahin, 2001; Sezen, 2002; Baloğlu Uğurlu, 2005; Ekiz ve Akbaş, 2005; Kikas, 2005, 2006; Plummer, 2008; Küçüközer, Korkusuz, Küçüközer ve Yürümezoglu, 2009) ilköğretim çağındaki çocukları diğer bir bölümünün ise (Ünsal, Güneş ve Ergin, 2001; Trumper, 2001, 2003, 2006a, 2006b; Frede, 2006; Kalkan ve Kıroğlu, 2007; Küçüközer, 2007; Emrahoğlu ve Öztürk, 2009) yükseköğretim çağındaki öğrencileri özellikle de öğretmen adaylarını konu aldıkları görülmektedir.

Bu araştırmacılar Ünsal ve diğ. (2001) bir lisans programından mezun olup formasyon eğitimi alan ve son sınıfta bulunan öğretmen adaylarının temel astronomi kavramları hakkındaki bilgilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu çalışma kapsamında dünya ve yerçekimi, güneş ve özellikleri, ay ve özellikleri, yıldızlarda yaşam ve dünya-güneş-ay arasındaki boyut karşılaştırılması konularını içeren bir anket kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda katılımcıların büyük bir bölümünün, temel astronomi konularını öğrenim hayatları boyunca görmüş olmalarına rağmen tamamen yanlış ya da eksik bilgilere sahip oldukları görülmüştür. Benzer doğrultudaki diğer bir çalışmayı Emrahoğlu ve Öztürk (2009) fen bilgisi öğretmen adayları ile gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar tarafından literatürden yararlanılarak evren, yıldız, güneş sistemi ve astronomi ile ilgili bir Astronomi Kavramlar Testi (AKT) geliştirilmiş ve öğretmen adaylarına tüm lisans eğitimleri boyunca uygulanmıştır. Adayların birinci sınıfta bu kavramları anlama düzeyinin düşük olduğu fakat Astronomi dersinin yer aldığı ikinci sınıfta ise konu hakkında bilimsel açıklamalarının arttığı görülmüştür. Adayların üçüncü ve dördüncü sınıflarda ise anlama seviyesinde verdikleri cevapların tekrar düştüğü gözlenmiştir.

Öğretmen adaylarının öğretecekleri astronomi kavramlarına dair bilgi düzeylerini tespit etmeyi amaçladığı çalışmada Trumper (2003) okudukları bölümlere bağlı olmaksızın adayların büyük bir kısmının ve benzer şekilde Frede (2006) yaptığı çalışmada da genel olarak adayların yeterli düzeyde bilimsel bilgilere sahip olmadıklarını ortaya koymuşlardır. Öğretmen adaylarının çeşitli astronomi kavramları ve olayları ile ilişkili görüşlerini tespit etmek amacıyla yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir (Trumper, 2001; Kalkan ve Kıroğlu, 2007; Küçüközer, 2007).

Astronomi kavramlarından biri olan yıldızlar çok eski çağlardan bu güne insanların ilgisini çekmiş ve onların sahip oldukları şekiller, birtakım tanrılara; mitolojik kahramanlara ya da günlük hayatta kullanılan araç-gerece benzetilmiştir (URL-2). Aslında yıldızlar, büyük oranda hidrojen ve az miktarda helyumdan oluşan yoğun, sıcak ve ışık saçan plazma halindeki gök cisimleridir (Ant, 2005; URL-1). Farklı şekillerde açıklanmaya ve çizilmeye çalışılan bu gök cisimleri bazı araştırmacıların da dikkatini çekmiş ağırlıklı olarak bu kavramın anlaşılma düzeyleri üzerine çalışmalar yapılmıştır. Chiu, Weng, ve Chern (1993) Tayvan'da gerçekleştirdikleri çalışmalarında ilkökul üçüncü ve beşinci sınıf toplam 16 öğrencinin yıldızlara dair algılarını araştırmışlardır. Mülakat yoluyla verilerin toplandığı çalışmada, yıldızların özellikleri ile dünya ve güneş gibi diğer gök cisimleri arasındaki ilişkileri temel alan sorular kullanılmıştır. Öğrencilerin bu konuyla ilgili sınırlı bilgilere sahip oldukları ortaya çıkarılmıştır. Hatta bu konuyu derslerinde gören beşinci sınıf öğrencilerinin seviyelerine göre uyumsuz cevaplar verdikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin yıldız kavramına ait tanımlarının günlük yaşantılarına ve tamamlanmamış bilimsel bilgilere dayanmakta olduğu görülmüştür.

Aynı kavramın anlaşılma düzeyini araştıran Agan (2004) lise ve üniversite 1. sınıf öğrencileri ile çalışmıştır. Çalışmasında lise son sınıf öğrencilerine yıldızlar hakkında bilimsel bilgiler sunan bir astronomi kursu düzenleyen araştırmacı, bu kursu alan öğrencilerle fen bilimleri dersini alan liseye yeni başlamış öğrencileri ve astronomi ile ilgili hiçbir ders almamış üniversite öğrencilerini karşılaştırmıştır. Sonuçlar, araştırma kapsamında gerçekleştirilen lise seviyesindeki astronomi kursunun öğrencilerin kısa sürede yıldız kavramına ilişkin bilimsel bilgiler geliştirmelerine yardımcı olduğunu ortaya koymuştur.

Bailey (2006), öğrencilerin yıldızlara ait anlamalarını ortaya çıkarmak amacıyla gerçekleştirdiği çalışmasında, öğrencilerin önemli bir bölümünün yıldızların gazlardan oluştuğunu düşündüğünü, yarısına yakınının yıldızların yandıklarından dolayı parladığına inandıklarını ve çok az bir bölümünün yıldızların enerji kaynağı olarak füzyon tepkimelerini kullandıklarını düşündüklerini göstermiştir. Benzer şekilde Emrahoğlu ve Öztürk (2009) öğretmen adaylarının astronomi kavramları hakkındaki bilgilerini belirlemek istedikleri çalışmalarında öğretmen adaylarının yıldızın bir gezegen olduğu, ışık gücünü güneşten aldığı ve güneşin bir yıldız olmadığı gibi alternatif kavramlara sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Yıldızlar konusu ile ilgili gerçekleştirilen diğer bir çalışmada ise Bailey ve Nagamine, (2009) öğrenci merkezli stratejilerin öğrenme üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve yıldız

kavramının öğrenci merkezli stratejilerle öğretilmesinin geleneksel yollarla öğretilmesinden daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

### *Model ve Zihinsel Model*

Fen bilimlerinde kullanılan modeller, gerçek bir durumu üzerinde çalışılabilir hale getirmeyi hedefler (Sağlam-Arslan, 2009) ve bu durumun tüm özelliklerini yansıtmazlar (Örnek, 2008). Farklı sınıflandırmaların yapıldığı fen eğitimindeki modeller iki başlık altında toplanabilir: zihinsel modeller ve kavramsal modeller (Örnek, 2008). Kavramsal modeller, bazı araştırmacılar tarafından bilimsel olarak kabul edilmiş bilgilerle uyumlu, kesin ve eksiksiz gösterimler olarak tanımlanmaktadır (Norman, 1983; Günbatır ve Sarı, 2005). Örnek (2008) ise kavramsal modelleri, herhangi gerçek bir durumun öğretilmesi ve anlaşılması için tasarlanan araçlar olarak tanımlamaktadır. Greca ve Moreira (2000)'ya göre ise, kavramsal modeller genellikle araştırmacılar, öğretmenler, mühendisler vb. tarafından oluşturulan ve dünyadaki durumların ya da sistemlerin ilişkilerini öğretmeyi ya da kavramayı kolaylaştıran dışsal gösterimlerdir.

Zihinsel modeller ise Dünya'daki olayları anlamak ve algılamak için insanların düşüncelerinde var olan gerçek durumların içsel sunumlarıdır (Franco ve Colinvaux, 2000) ve aynı zamanda insanlara düşüncelerini kullanırken rehberlik ederler (Norman, 1983). Başka bir deyişle, zihinsel modeller herhangi bir olgu hakkında mantık çıkarmak, tanımlamak, açıklamak, tahmin etmek ve bazen de kontrol etmek için kullanılan bilişsel gösterimlerdir (Buckley ve Boulter, 2000; Örnek, 2008). Johnson-Laird (1983) ise zihinsel modellerin, algılama ve kavramsallaştırma gibi dünyanın yapısal benzetimleri (analojileri) olduğunu ve bu modellerin temel kaynağını insanların algılama yeteneklerinin oluşturduğunu belirtmiştir. Bu durumla ilişkili olarak Greca ve Moreira (2000) insanların direk olarak dünyayı kavrayamadıklarını ancak dünyanın içsel gösterimleri ile bireylerin zihinsel modellerini oluşturduklarını dile getirmişlerdir.

Zihinsel modellerin anlaşılabilmesi ve ortaya çıkarılabilmesi için bu modellerin sahip olduğu özelliklerin bilinmesi gereklidir. İlk olarak zihinsel modeller üreticidir yani zihinsel modeller yeni bilgilerin oluşturulmasında kullanılır (Vosniadou ve Brewer, 1992). Bu özellik zihinsel modellerin sadece bir olayın direk olarak gözlenebilen durumlarını açıklamak için değil, aynı zamanda tanımı veya durumu direk olarak içermeyen ve açık olmayan bilgileri yorumlamak için de kullanıldığına işaret etmektedir (Franco ve Colinvaux, 2000). Zihinsel modeller sessiz bilgiler içerirler; buna göre zihinsel modellerin sahiplerinin zihinsel modellerinin ve onları kullandıklarının farkında olmadıkları söylenebilir (Örnek, 2008).



Zihinsel modeller sentezdirler (Franco ve Colinvaux, 2000). Bir başka ifadeyle bireyler, sahip oldukları önbilgilerle öğrenim gördükleri süreçte gördükleri bilimsel bilgileri kullanarak zihinsel modellerini oluştururlar (Harrison ve Treagust, 2000). Zihinsel modeller, sahiplerinin dünya görüşü ile sınırlıdır çünkü bireylerin zihinsel modelleri kendi inanışlarından etkilenir, bu doğrultuda geliştirilir ve kullanılırlar (Franco ve Colinvaux, 2000; Örnek, 2008). Ayrıca bu dört ana özelliğe ek olarak zihinsel modeller değiştirilebilir, geliştirilebilir, yeniden yapılandırılabilirler ve modeli kullanan kişi açısından kullanışlı olmalıdırlar (Vosniadou ve Brewer, 1992; Barquero, 1995 akt. Greca ve Moreira, 2000, Buckley ve Boulter, 2000; Franco ve Colinvaux, 2000; Harrison ve Treagust, 2000).

Astronomi kavramlarına dair zihinsel modelleri tanımlamayı/açıklamayı konu alan çalışmalar (Vosniadou ve Brewer, 1992; Sezen, 2002; Panagiotaki, Nobes ve Potton, 2008) incelendiğinde üç farklı modelden bahsedildiği görülmektedir: ilkel model, sentez model ve bilimsel model. İlkel modeller kişilerin bilimsel olmayan fikirleridir (Sezen, 2002). Bilimsel modeller, bilimsel bilgilere dayanan modellerdir (Vosniadou ve Brewer, 1992) sentez modeller ise çocukların sahip oldukları ilkel modeller ile eğitimleri sırasında karşılaştıkları bilimsel modellerin sentezlenmesi ile oluşur (Franco ve Colinvaux, 2000; Harrison ve Treagust, 2000; Sezen, 2002).

### *Amaç*

Bireylerin sahip olduğu zihinsel modellerin kalitesi ve özellikleri, onların neyi nasıl öğrendiğinin bir göstergesidir (Ünal ve Ergin, 2006). Bu doğrultuda, anlamlı öğrenmenin arkasında öğrencilerin oluşturduğu zihinsel modellerin olduğu (Duit ve Glynn, 1996 aktaran Ünal ve Ergin, 2006) ve öğretmenlerin bu zihinsel modellerin oluşumundaki inkâr edilemez rolü dikkate alınarak bu çalışmada geleceğin öğretmenleri olacak fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına ait zihinsel modellerinin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca literatürdeki bazı çalışmalarla (Kurnaz, 2007; Sağlam-Arslan ve Kurnaz, 2009) öğrencilerin öğrenmelerindeki eksikliklerinin öğrenme ortamlarından da kaynaklanabileceği ortaya konmuştur. Dolayısıyla gelecekte öğrenme ortamlarını tasarlayacak olan öğretmen adaylarının yıldızlarla ilgili alan bilgisi yeterlilikleri de bu çalışmayla sorgulanmış olacaktır.

### **Yöntem**

Bu çalışma, incelenen durumu etraflıca tanımlamayı ve açıklamayı amaçlayan betimsel bir çalışma olup özel durum yöntemi ile yürütülmüştür. Özel durum yöntemi, gerçek hakkında derinlemesine bilgi veren, bu gerçeği içinde bulunduğu bağlamla yorumlayan ve araştırılan



gerçek hakkında kısa sürede çalışılmasına imkan sağlayan bir araştırma yöntemi olduğundan (Yin, 2003; Vural Akar ve Cenkseven, 2005; Çepni, 2007) çalışmanın doğasına uygun olduğu düşünülmektedir.

### *Örneklem*

Bu çalışmanın örneklemini 2008–2009 yılında Doğu Karadeniz bölgesindeki bir üniversitede öğrenim görmekte olan 29’u dördüncü sınıf ve 27’si beşinci sınıf olmak üzere toplam 56 fizik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Adayların takip ettikleri programlarda yer alan dönem dersleri içerisinde astronomi dersi veya astronomi ile ilişkili bir ders yer almamaktadır. Uygulama dönem sonuna yakın bir zamanda yapılmış ve uygulama sürecinden önce adayların gelişimine yönelik astronomi ile ilgili özel bir etkinlikte gerçekleştirilmemiştir.

### *Veri Toplama Aracı*

Bireyler, sahip oldukları bilgilerini sunarken aslında oluşturdukları zihinsel modelleri kullanırlar (Ünal ve Ergin, 2006). Bir bireyin bir konu hakkında sahip olduğu bilgi, o bireyin (var olan) genel bilgilere dayalı olarak geliştirdiği, bireysel, sübjektif, mükemmel olmayan, gelişebilir bir yapılandırma olarak tanımlanabilir (Sağlam-Arslan, 2009). Bu durumla ilişkili olarak bilgi iki gruba ayrılabilir; alan bilgisi ve çözüm bilgisi. Alan bilgisi; bir objenin yapısal özelliklerinin, ilişkilerinin, vs. tanımlanması veya belirlenmesidir. Çözüm bilgisi ise, problemlere dönük çözüm metotlarının belirlenmesi ve açıklanmasıdır. Bu doğrultuda bilginin açığa çıkarılabilmesi için iki temel soru türü geliştirilebilir (Sağlam-Arslan, 2009):

- Bireyin bir konudaki teorik bilgilerini ortaya çıkaracak sorular
- Bireyin bir konuda sahip olduğu bilgileri pratiğe aktarabilme derecesini ortaya çıkaracak sorular

Bu çalışma kapsamında öğretmen adaylarının yıldızlar konusu ile ilgili zihinsel modellerini tespit edebilmek amacıyla yukarıda belirtilen soru türlerinden ilki ile ilişkilendirilebilecek nitelikte dört açık uçlu sorudan oluşan bir veri toplama aracı geliştirilmiştir. Veri toplama aracının geçerliliğini ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla uzman görüşleri alınmıştır.

Kullanılan anketi oluşturan açık uçlu sorular aşağıda sunulmuştur:

1. Yıldız kavramı en iyi şekilde nasıl tanımlanabilir? Bu kavramı duyduğunuzda aklınıza neler gelmektedir?
2. Yıldızlar neden ve nasıl parlar?
3. Yıldızlar zamanla yapısal veya sahip oldukları özellikler açısından değişir mi?

4. Yıldızların nasıl bir şekle sahip olduklarını düşünüyorsunuz? Bu şekillerine nasıl sahip olurlar? Çizerek açıklayınız.

#### *Verilerin Analizi*

Çalışmada elde edilen verilerin analizi iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, öğrencilerin genel başarılarını ortaya koymak amacıyla her bir soruya verilen cevaplar betimsel analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Buna göre, araştırmanın amacı ve veri toplama aracının içerdiği sorular doğrultusunda elde edilen veriler indirgenmiş, temalar ve kodlar ortaya çıkarılmış ve oluşturulan bu temalar ve kodlara ait frekans ve yüzde değerleri tablolar halinde sunulmuştur. Ayrıca elde edilen veriler sunulurken adayların görüşlerini okuyucuya daha etkili bir şekilde yansıtmak amacıyla doğrudan alıntılara yer verilmiş ve bu alıntıların sahibi olan adaylar kodları ile birlikte sunulmuştur (Örnek; Ö1: 1 numaralı öğretmen adayı). İkinci aşamada, zihinsel modellerin oluşturulması amacıyla veri toplama aracında bulunan sorulara verilen cevaplar bütünsel olarak analiz edilmiştir. Buna göre herhangi bir adayın tüm sorulara verdiği cevaplar birlikte analiz edilerek ortaya çıkan genel özelliklere göre adayın sahip olduğu zihinsel model tespit edilmiştir.

#### **Bulgular**

Çalışma kapsamında elde edilen bulgular iki temel başlık altında sunulacaktır: Soruların Detaylı Analizinden Elde Edilen Bulgular, Soruların Bütünsel Analizinden Elde Edilen Bulgular (Zihinsel Modeller).

#### **Soruların Detaylı Analizinden Elde Edilen Bulgular**

##### *➔ Birinci soru için elde edilen bulgular*

Veri toplama aracımızın ilk sorusu olan “Yıldız kavramı en iyi şekilde nasıl tanımlanabilir? Bu kavramı duyduğunuzda aklınıza neler gelmektedir?” sorusuna ait cevaplar aşağıdaki gibi sunulmuştur.

**Tablo 1.** Öğretmen Adaylarının Birinci Soruya Verdikleri Cevaplar

	Cevaplar	Frekans	%
TANIM	Gökcismi/Cisim	37	66
	Gezegen	6	11
	Enerji Topluluğu	4	7
	Göktaşı	2	3
	Işık Kaynağı	2	3
	Parlayan Nesne	1	2
	Güneş	1	2
	Madde	1	2
	Küre	1	2
	Cevap yok	1	2

Öğretmen adaylarının birinci soruya verdikleri cevapları özetleyen Tablo 1 incelendiğinde adayların yıldız kavramına dair farklı fikirlere sahip oldukları görülmektedir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu (%66) yıldızı çeşitli özelliklere sahip bir gökcismi olarak tanımlamışlardır. Yıldızın bir gezegen olduğunu (%11) ya da bir göktaşı olduğunu (%3) söyleyen adaylar da bulunmaktadır. Öğretmen adaylarının yıldız kavramı için verdikleri tanımlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

*“Uzaydaki göktaşdır. Güneşten aldığı ışığı yansıtabilen cisimlerdir...”* (Ö1),

*“...çeşitli gazlardan oluşan, etrafına ışık yayan, dünyadan çok uzakta ve yüksek sıcaklıklara sahip olan gök cisimidir”* (Ö5),

*“Güneşte bir yıldız olduğuna göre yıldız ısı ve ışık yayan bir gezegendir”* (Ö18),

*“Nükleer tepkimelerin sebep olduğu enerji yayınlamasından dolayı ısı ve ışık yayan etrafındaki cisimleri çekerek onlara yörünge kazandıran gökcisimleri”* (Ö27).

Yukarıdaki tanımlardan farklı olarak katılımcıların %7’si yıldızı bir enerji topluluğu olarak %3’ü ise ışık kaynağı olarak tanımlamışlardır. Yıldızla ilgili diğer tanımlamalar ise yıldızın parlayan bir nesne, güneş, madde veya küre olduğu şeklindedir. Bu tür yıldız tanımlarına örnek olarak aşağıdaki aday ifadeleri verilebilir:

*“uzaydaki ışıklar”* (Ö30),

*“yoğunlaşmış enerjidir.”* (Ö39),

*“gökyüzünde bulunan ve parlak olan maddeler”* (Ö40),

*“evrende yer alan gezegen ve toz kümesi”* (Ö44).

➔ *İkinci soru için elde edilen bulgular*

“Yıldızlar neden ve nasıl parlar?” sorusuna ait öğretmen adaylarından alınan cevaplar Tablo 2 ile özetlenmiştir.

**Tablo 2.** Öğretmen Adaylarının İkinci Soruya Verdikleri Cevaplar

	Cevaplar	Frekans	%
PARLAKLIK	Işığı Yansıtma	23	41
	Reaksiyon	15	27
	Işık Yayma/Işık Kaynağı	7	13
	Enerji	4	7
	Yapı Maddesi	2	3
	Isı	1	2
	Siyah Cisim Işınması	1	2
	Güneş	1	2
	Cevap yok	2	3

Yıldızların parlaklıkları ile ilgili soruya verilen cevaplar incelendiğinde öğretmen adaylarının çoğunluğunun (%41) yıldızların, güneş ve ay gibi çeşitli ışık kaynaklarından aldıkları ışık nedeniyle parlak olduklarını belirttikleri görülmektedir. Aşağıda verilen alıntılar bu adayların cevaplarını örnekler niteliktedir.

*“Her cismin ışığı belli oranda yansıtma özelliği vardır. Bu nedenle yıldızlarda güneş ışığını yansıtır ve parlar.” (Ö1),*

*“Üzerlerine gelen ışığı yansıtırlar. Genelde kendi ışıkları yoktur.” (Ö4).*

*“Yıldızlar aydan aldıkları ışıkla gece karanlıkta sokakları aydınlatır.” (Ö32).*

Yıldızların nasıl parladıklarını açıklarken yıldızlarda meydana gelen reaksiyonlardan bahseden adaylar da (%27) bulunmaktadır. Bu fikre sahip olan adayların cevapları incelendiğinde genel olarak bu parlaklığın nükleer reaksiyonlar sonucunda ortaya çıktığı düşüncesinin yaygın olduğu görülmektedir. Aşağıda verilen örnek cevaplar bu durumu açıkça ortaya koymaktadır.

*“Büyük ihtimalle üzerinde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar sonucu ışık yayıyordu.” (Ö2),*

“...açığa çıkan enerjiler sayesinde bu parlama meydana gelir. Tabi bu nükleer reaksiyonlar sonucu açığa çıkan ısı ve ışık enerjisidir.” (Ö21).

“Yapılarını oluşturan  $H_2$  atomlarının 4 tanesinin birleşip He oluşturmasıyla çıkan enerji sonucu parlar.” (Ö49),

Yukarıdaki cevaplara ek olarak yıldızların parlaklığını farklı sebeplerle ilişkilendiren cevaplar da bulunmaktadır: yıldızlar, sahip oldukları ya da güneşten aldıkları enerji (%7), yapılarında bulunan maddeler (%3), birer güneş olmalarından (%2) veya sahip oldukları ısılarından (%2) dolayı parlarlar. Aşağıdaki alıntılar bu tür cevapları örnekler niteliktedir.

“Yıldızlar sahip oldukları maddeler sayesinde dışarıya ışınlar yayarlar. Uzay zaten karanlık olduğu için yıldızlarda parlar.” (Ö5),

“Yıldızların enerjileri çok yüksek olduğundan etrafa enerji yayarlar. Bu enerjiden dolayı geceleri parlarlar.” (Ö22),

“Yıldızların enerjileri yüksek olduğundan etrafa ısı saçarlar. Bu ısı karanlıkta parlaklık olarak gözükür.” (Ö29).

➔ *Üçüncü sorudan elde edilen bulgular*

“Yıldızlar zamanla yapısal veya sahip oldukları özellikler açısından değişir mi?” sorusuna adayların verdikleri cevaplar aşağıdaki tablo ile özetlenmiştir.

**Tablo 3.** Öğretmen Adaylarının Üçüncü Soruya Verdikleri Cevaplar

		Cevaplar	Frekans	%
DEĞİŞİM	Değişir	Sönme/Tükenme	15	27
		Açıklama yok	15	27
		Çarpışma/Patlama/Parçalanma	5	8
		Reaksiyonlar sonucu	3	5
		Belli ömre sahip olma	2	3
		Dönüşme	2	3
		Parlama/Işık kaybı	2	3
		Genişleme	1	2
		Enerjileri azalma	1	2
		Görünüm	1	2
	Düşme	1	2	
	TOPLAM	47	84	
		Cevap yok	8	14
	İlgisiz cevap	1	2	

Tablo 3 öğretmen adaylarının tamamına yakınının (%84) yıldızların değişebileceğini düşündüklerini göstermektedir. Ancak yıldızların değişebileceğini belirten adayların %27'si yıldızların nasıl değişebileceğine dair herhangi bir açıklama yapamamışlardır. Açıklama yapabilen adaylar ise yıldızların sönebileceğini/tükenebileceğini (%27), çarpışmalar/patlama/parçalanmalar (%8) ve reaksiyonlar (%5) gibi nedenlerden dolayı değişebileceğini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bazı örnek cevapları aşağıda yer almaktadır:

*“Zamanla sönebiliyorlar ve bildiğim kadarıyla daha sonra karadelik oluşumuna sebep olabiliyorlar.” (Ö2),*

*“Reaksiyonlardan ötürü değişime uğrar ama bu çok uzun zaman alır.” (Ö9),*

*“Yıldızlar zamanla çeşitli hava olaylarından, gök cisimlerinin çarpışmalarından etkilenerek özelliklerini değiştirirler.” (Ö11),*

*“Gitgide tükenirler.” (Ö18),*

*“Yakıtları tükenir ve sönerler.” (Ö41),*

*“Meteorlar çarptıkça yüzey şekilleri değişir diye düşünüyorum.” (Ö43),*

*“Önce Hidrojen Helyuma sonrada sırayla diğer elementlere dönüşerek en son Demir elementine süpernova patlaması sonucu karadelik oluşabilecek şekilde değişebilir.” (Ö50),*

Tablo 3'ten de görüldüğü gibi adayların bazıları fiziksel (görünüm (%2), genişleme (%2) ve düşme (%2)), bazıları kimyasal (dönüşme (%3) ve parlama/ışık kaybı (%3)) değişimlerden bahsetmektedirler. Birkaç aday ise yıldızların belli bir ömre sahip olduklarını belirtmişlerdir (%3). Çalışmaya katılan adayların bir kısmı ise (%14) ise bu soruyu cevapsız bırakmışlardır.

➔ *Dördüncü soru için elde edilen bulgular*

Tablo 4 adayların “Yıldızların nasıl bir şekle sahip olduklarını düşünüyorsunuz? Bu şekillerine nasıl sahip olurlar? Çizerek açıklayınız.” sorusuna verdikleri cevapları özetlemektedir.

**Tablo 4.** Öğretmen Adaylarının Dördüncü Soruya Verdikleri Cevaplar

	Cevaplar	Frekans	%
ŞEKİL	Belli şekilleri yok	15	27
	Küresel	12	21
	Yuvarlak	10	18
	Köşeli yıldız	7	13
	Daire	3	5
	Oval	1	2
	Cevap yok	8	14

Tablo 4 incelendiğinde yıldızların sahip oldukları şekiller ile ilgili olarak öğretmen adaylarının farklı düşüncelere sahip oldukları, önemli bir bölümünün ise yıldızların belli bir şekle sahip olmadıklarını belirttikleri görülmektedir (%27). Diğer adayların ise yıldızların, küresel (%21), yuvarlak (%18), daire (%5) ve oval (%2) gibi şekillere sahip olduklarını düşündükleri görülmektedir. Aşağıdaki alıntılar bu tür cevapları örnekler niteliktedir.



“...kütle çekimlerinden dolayı içeri büzüşmeleri ve sıkışmaları ile bu şekle sahiptirler.” (Ö4)

“kütle çekim yasası nedeniyle küresel olabilir” (Ö43),





“eğer başka bir cismin etki alanı içine girmiyorsa küresel bir yapıda olması muhtemeldir.” (Ö48),

“Dünyaya benzer bir yapıda olduklarını düşünüyorum.” (Ö49),

“en basit örnek güneş. Güneşte küreseldir.” (Ö50).



Ayrıca öğretmen adaylarının %13'ü yıldızları resmederken aşağıdaki örnek cevaplardaki gibi şekiller çizmişlerdir.

“Bugüne kadar okuduğumuz kitaplarda ve izlediğimiz yayınlarda yandaki gibi olduğu söylendi” (Ö22)

“hep bu şekli yıldız olarak gördük televizyonlarda, derslerde, geometride” (Ö55).



### **Soruların Bütünsel Analizinden Elde Edilen Bulgular (Zihinsel Modeller)**

Öğretmen adaylarının yıldızlarla ilgili tüm sorulara verdikleri cevaplar birlikte analiz edilerek dört farklı zihinsel modelin varlığı tespit edilmiştir. Zihinsel Model 1'e (ZM1) sahip olan adaylar, yıldız kavramının tanımı ve özellikleri ile ilgili temel düzeyde bilimsel bilgilere sahiptirler. Zihinsel Model 2 (ZM2); bu modelde önemli olan yıldız kavramının tanımıdır ve buna göre bu modele sahip adaylar ilgili kavramı bilimsel bilgilerle uyumlu bir şekilde tanımlamakta ancak diğer sorulara aynı düzeyde bilimsel cevaplar verememektedirler. Zihinsel Model 3 (ZM3); adayların ilgili kavramı bilimsel bilgilerle uyumlu bir şekilde açıklayamadıkları/tanımlayamadıkları fakat özellikleri (parlaklık, değişim ya da şekil) hakkında bilimsel nitelikte açıklamalarda bulunabildikleri model türüdür. Zihinsel Model 4 (ZM4) ise adayların kavramın tanımı ve özelliklerinden hiçbirine bilimsel anlamda kabul edilebilir nitelikte açıklama getiremediği model türüdür. Bu modellerin özellikleri, daha önceki çalışmalarda yer alan zihinsel modellerin özellikleri ile karşılaştırıldığında; ZM1 bilimsel model olarak, ZM2 ve ZM3 sentez modeller olarak ve ZM4 ilkel model olarak nitelendirilebilir.

Çalışmaya katılan herhangi bir adayın, çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda belirlenen bu zihinsel modellerden hangisine sahip olduğu ilgili adayın tüm sorulara verdikleri cevaplar kendi içerisinde birlikte analiz edilerek belirlenmiştir. Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının belirlenen zihinsel modellere sahip olma durumları Tablo 5 ile özetlenmiştir.

**Tablo 5.** Öğretmen Adaylarının Zihinsel Modelleri

	ZM1	ZM2	ZM3	ZM4
frekans	7	11	15	23
(%)	(%13)	(%19)	(%27)	(%41)

Tablo 5, adayların önemli bir bölümünün (%41) yıldız kavramıyla ilgili bilimsel bilgilerden uzak bilgilerle ilişkili model türü olan ZM4'e sahip olduklarını göstermektedir. Aşağıda verilen Ö1 kodlu adayın tüm sorulara verdiği cevaplar bu tür zihinsel modelin özelliklerini örnekler niteliktedir.

*'Uzaydaki göktaşı, güneşten aldığı ışığı yansıtılabilen cisimler yıldızdır (soru 1). ... güneş ışığını yansıtır ve parlarlar (soru 2). Uzaydaki çarpışmalar sonucu değişime uğrayabilirler (soru 3). Yıldızlar için net bir şekil çizmek mümkün değildir (soru 4).'*

Önemli orandaki katılımcının sahip olduğu ZM4 ile zıt özellikler taşıyan, yani bilimsel bilgilerle paralellik gösteren ZM1'e katılımcıların sahip olma durumu incelendiğinde, adayların yalnızca %13'ünün bu modele sahip oldukları görülmektedir (Tablo 5). Ö50 kodlu adayın aşağıdaki ifadeleri bu model türünün özelliklerini yansıtır niteliktedir.

*'Yıldızlar uzaya dağılmış gaz bulutsularının önce hidrojeni helyuma çevirmesiyle başlayan tepkimeler sonucu ışına yapmasıyla görülebilen gök cisimleridir (soru 1). Füzyon tepkimesi yüzünden çıkan yüksek enerji sayesinde parlarlar (soru 2). ... süpernova patlaması sonucu karadelik olabilecek şekilde değişebilirler (soru 3). Şekli küreseldir. En basit örnek Güneş (soru 4).'*

Ayrıca Tablo 5 yıldızlarla ilgili olarak adayların %23'ünün ZM3 modeline %19'unun ise ZM2 modeline sahip olduklarını göstermektedir. ZM3 modeline sahip adaylar, yıldızların özelliklerini doğru bir şekilde açıklayabilmekte ancak yıldızları tanımlayamamaktadırlar. Bu model türü için örnek ifadeler aşağıda yer almaktadır:

*'Yıldızlar dünyamızdan çok uzakta olan birer ışık kaynağıdır (soru 1). ... üzerinde gerçekleşen reaksiyonlar sonucunda ışık yayarlar (soru 2). Zamanla sönebilirler ve ... karadelik oluşumuna sebep olabilirler (soru 3). Şekilleri küreseldir (soru 4).'*(Ö2)

Diğer tarafta ZM2 modeline sahip adaylar yıldız kavramını doğru bir şekilde tanımlarken özellikleri ile ilgili sorulara bilimsel anlamda kabul edilebilir nitelikte cevaplar verememişlerdir. Bu modeli örneklendirmek amacıyla Ö36 kodlu adayın cevapları inceleyebilir:



*'Çeşitli gazlardan oluşan, etrafına ışık yayan, Dünyadan çok uzakta ve yüksek sıcaklıklara sahip gökcisimidir (soru 1). İçinde fosfor bulunmaktadır (soru 2). Zamanla değişir mi bilmiyorum ama Bing Bang patlamasından sonra bu şekli almışlardır (soru 3ve 4).'*

### **Sonuç, Tartışma ve Öneriler**

Fizik öğretmen adaylarının yıldızlara ait zihinsel modellerini tespit etmeyi hedefleyen bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular, adayların yıldız kavramını çeşitli şekillerde tanımlamakla birlikte daha çok yıldızın bir gökcisimi olduğunu belirttiklerini göstermektedir. Bu duruma ek olarak literatürde yer alan diğer çalışmalarla (Ünsal ve diğ., 2001; Emrahoğlu ve Öztürk, 2009) benzer şekilde bazı adayların yıldızı bir gezegen olarak düşündükleri belirlenmiştir.

Yıldızların parlak olmalarını adaylar, bu konuda yapılmış daha önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi, genellikle yıldızların çeşitli ışık kaynaklarından aldıkları ışığı yansıtmalarına (Küçüközer, 2007; Emrahoğlu ve Öztürk, 2009) ya da yüzeylerinde gerçekleşen birtakım reaksiyonlara (Agan, 2004; Bailey, 2008) bağlamışlardır.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular aynı zamanda öğretmen adaylarının tamamının yıldızların değişime uğrayacaklarını ve yıldızların şekil olarak genellikle küresel, yuvarlak olduğunu düşündüklerini ortaya koymaktadır. Bu durum, Ünsal ve diğ. (2001) tarafından yapılan çalışmadan elde edilen bulgularla da paralellik göstermektedir.

Katılımcıların zihinsel modellerini tespit etmek amacıyla çalışmadan elde edilen veriler belirlenen kriterler doğrultusunda incelendiğinde adayların yıldız kavramına ait dört farklı zihinsel modele sahip olduğu belirlenmiştir. Bu modeller Agan (2004)'ın beraber çalıştığı öğrenci grupları ile benzerlik göstermektedir: Buna göre ZM1 Agan (2004)'ın bilimsel bilgilerle ilişkili cevaplar verebilen Grup 3'teki; ZM2ve ZM3 kısmi bilimsel bilgilerle ilişkili cevaplar verebilen Grup 2'deki ve ZM4 bilimsel olmayan bilgilerle ilişkili cevaplar veren Grup 1'teki öğrenciler ile benzer özellikler taşımaktadır.

Katılımcıların bu çalışma kapsamında belirlenen zihinsel modellere sahip olma oranları, onların daha çok yıldız kavramı ile ilgili olarak bilimsel bilgilerden tamamen uzak ZM4 modeline veya kısmen bilimsel bilgilerle ilişkili ZM2 veya ZM3 modeline sahip oldukları sonucunu ortaya koymaktadır. Bu durumun, adayların tüm öğrenim hayatları boyunca astronomi kavramlarını detaylı bir şekilde ele alan bir dersi takip etmemiş olması ile

ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir. Çünkü adayların verdikleri cevaplar, onların incelenen konu ile ilgili bilgilerini daha çok formal olmayan yollarla edindiklerine işaret etmektedir.

Bu çalışma özetle, lise fizik öğretim programına yeni eklenen yıldızlar konusu hakkında şu anda mezun olabilecek durumda olan adayların yeterli düzeyde bilimsel bilgi sahibi olmadıkları sonucunu ortaya koymaktadır. Bu sonuç aynı konu ile ilgili yapılmış diğer çalışmalardan (Ünsal ve diğer., 2001; Trumper, 2003; Frede, 2006; Kalkan ve Kıroğlu, 2007; Küçüközer, 2007; Emrahoğlu ve Öztürk, 2009) elde edilen sonuçları destekler niteliktedir. Bu durum yeni hazırlanan ortaöğretim fizik müfredatının henüz uygulanmaya başlanmış olması ile açıklanabilse de birtakım önlemlerin alınması önerilebilir. Buna göre yıldızlar konusu ile ilgili fizik öğretmen adaylarında belirlenen bilimsel bilgi eksikliklerinin giderilebilmesi için lisans öğrenimleri sırasında astronomi ve astrofizik dersleri almalarının sağlanması önerilebilir. Ayrıca öğretmen adaylarının müfredattaki bu tür değişimlere kendilerini hazırlayabilmeleri için eğitim sistemi ve müfredat programındaki değişiklikleri takip etmelerinin sağlanması önerilebilir.

### Kaynakça

- Agan, L. (2004). Stellar Ideas: Exploring Students' Understanding of Stars, *Astronomy Education Review*, 3(1), 77-97.
- Ant, A. (2005). *Evrende Yolculuk 4 Yıldızlar İmparatorluğu*, Zambak Yayınları, İstanbul.
- Bailey, J. M. (2006). Development of a Concept Inventory to Assess Students' Understanding and Reasoning Difficulties about the Properties and Formation of Stars, Doktora tezi, Arizona Üniversitesi, ABD.
- Bailey, J. M. ve Nagamine, K. (2009), Using Learner-Centered Strategies to Improve Student Understanding About Stars, 19.05.2009 tarihinde ulaşılmıştır.  
Site: <http://adsabs.harvard.edu/abs/2009AAS...21343002B>
- Baloğlu Uğurlu, N. (2005). İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin Dünya ve Evren Konusu İle İlgili Kavram Yanılgıları, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 229-246.
- Buckley, B. C. ve Boulter, C. J. (2000). Investigating the Role of Representations and Expressed Models in Building Mental Models, J.K.Gilbert ve C.J. Boulter, *Developing Models in Science Education*, Kluwer Academic Publishers, İngiltere.

- Chiu, M. H., Weng, S. C., & Chern, I. S. (1993). Children's Concepts About The Stars. *Annual Meeting of Australian Association for Research in Education*, Fremantle, Western Australia. 17.05.2009 tarihinde ulaşılmıştır.
- Site: <http://www.aare.edu.au/93pap/chium93037.txt>
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş*, Celepler Matbaacılık, Trabzon.
- 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 İncelenmesi Üzerine Boylamsal Bir Araştırma, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(1), 165–180.
- Franco, C. ve Colinviaux, D. (2000). Grasping Mental Models, J.K.Gilbert ve C.J. Boulter, *Developing Models in Science Education*, Kluwer Academic Publishers, İngiltere.
- Frede, V. (2006). Pre-Service Elementary Teacher's Conceptions About Astronomy, *Advances in Space Research*, 38, 2237–2246.
- Greca, M. I., ve Moreira M. A. (2000). Mental Models, Conceptual Models and Modeling, *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.
- Gülseçen, S. (2005). Bilgi Teknolojisinin Astronomi Araştırmalarına ve Eğitim Öğretimine Etkileri, 20.05.2009 tarihinde ulaşılmıştır.
- Site: [www.fedu.metu.edu.tr/UFBMEK-5/b\\_kitabi/PDF/Astronomi/Panel/t1-4d.pdf](http://www.fedu.metu.edu.tr/UFBMEK-5/b_kitabi/PDF/Astronomi/Panel/t1-4d.pdf).
- Günbatar, S. ve Sarı, M. (2005). Elektrik ve Manyetizma Konularında Anlaşılması Zor Kavramlar İçin Model Geliştirilmesi, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.
- Harrison, A. G. ve Treagust, D. F. (2000). A Typology of School Science Models, *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011- 1026.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental Models*, Cambridge University Press, Cambridge, İngiltere.
- Kalkan, H., ve Kiroğlu, K. (2007). Science and Nonscience Students' Ideas about Basic Astronomy Concepts in Pre-service Training for Elementary School Teachers, *Astronomy Education Review*, 6(1), 15-24.
- Kikas, E. (2005). Development of Children's Knowledge: The Sky, the Earth and the Sun in Children's Explanations, *Electronic Journal of Folklore*, 31, 31-56.

- Kikas, E. (2006). The Effect of Verbal and Visuo-Spatial Abilities on the Development of Knowledge of the Earth, *Research in Science Education*, 36, 269–283.
- Kurnaz, M. A. (2007). Enerji Kavramının Üniversite 1. Sınıf Seviyesinde Öğrenim Durumlarının Analizi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Küçüközer, H. (2007). Prospective Science Teachers' Conceptions about Astronomical Subjects, *Science Education International*, 18(2), 113-130.
- Küçüközer, H., Korkusuz, M. E., Küçüközer, H. A. ve Yürümezoğlu, K. (2009). The Effect of 3D Computer Modeling and Observation-Based Instruction on the Conceptual Change Regarding Basic Concepts of Astronomy in Elementary School Students, *Astronomy Education Review*, 43(6), 40-58.
- Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, (2008). Ortaöğretim 11. Sınıf Fizik Dersi Öğretim Programı.
- Norman, D. (1983). Some Observations On Mental Models, D. Gentner ve A. L. Stevens, *Mental Models*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, İngiltere.
- 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.
- Plummer, J. (2008). Students' Development of Astronomy Concepts across Time, *Astronomy Education Review*, 7(1).
- Panagiotaki, G., Nobes G., ve Potton, A. (2008). Mental Models and Other Misconceptions in Children's Understanding of the Earth, *Journal of Experimental Child Psychology*, 104(1), 52-67.
- Sağlam-Arslan, A. (2009). Eğitim Araştırmalarında Bilgiyi ve Öğrenmeyi Modelleme Teknikleri, Yayınlanmamış Ders Notları.
- Sağlam-Arslan, A. ve Kurnaz, M. A. (2009). Prospective Physics Teachers' Level of Understanding Energy, Power and Force Concepts, *Asia-Pasific Forum on Science Learning and Teaching*, 10, 1-18.
- Sezen, F. (2002). İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Astronomi Kavramlarını Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanılgıları, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

- Şahin, F. (2001). İlköğretim 2. Sınıf Öğrencilerinin Uzay Hakkındaki Bilgilerinin Değerlendirilmesi, *Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 156–169.
- 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. (2006a). 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.
- Trumper, R. (2006b). Teaching Future Teachers Basic Astronomy Concepts—Seasonal Changes—at a Time of Reform in Science Education, *Journal of Research in Science Teaching*, 43(9), 879-906.
- Tunca, Z. (2005). Türkiye’de İlk ve Ortaöğretimde Astronomi Eğitim ve Öğretiminin Dünü, Bugünü, 20.05.2009 tarihinde ulaşılmıştır.  
Site: [www.fedu.metu.edu.tr/UFBMEK-5/b\\_kitabi/PDF/Astronomi/Panel/t1-3d.pdf](http://www.fedu.metu.edu.tr/UFBMEK-5/b_kitabi/PDF/Astronomi/Panel/t1-3d.pdf).
- 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, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21 (3), 47-60.
- Vosniadou, S., ve Brewer, W. (1992). Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood, *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Vural Akar, R. ve Cenkseven, F. (2005). Eğitim Araştırmalarında Örnek Olay (Vaka) Çalışmaları: Tanımı, Türleri, Aşamaları ve Raporlaştırılması, *Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(10), 126-139.
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research Design and Methods*, Applied Social Research Methods Series Volume 5, Sage Publications, Londra, İngiltere.
- URL-1, <http://www.wikipedia.com>