



İNSAN VE TOPLUM BİLİMLERİ  
ARAŞTIRMALARI DERGİSİ  
Cilt: 6, Sayı: 2, 2017  
Sayfa: 1015-1036

Received/Geliş: Accepted/Kabul:  
[19-04-2017] – [02-05-2017]

## Astronomi Öğretiminde İki Farklı Yöntemin Deneysel Olarak Karşılaştırılması

Cumhur TÜRK  
Yrd. Doç. Dr., Muş Alparslan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi,  
Asst.Prof. Mus Alparslan Univ. Faculty of Education  
c.turk@alparslan.edu.tr

Hüseyin KALKAN  
Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi,  
Prof. Ondokuz Mayıs Univ. Faculty of Education  
kalkan@omu.edu.tr

### Öz

Bu çalışmada astronomi öğretiminde yaygın olarak kullanılan sanal gerçeklik programlarıyla öğretim (SGÖ) ile fiziksel<sup>1</sup> modellerle öğretim (FMÖ) yöntemlerinin etkililiği deneysel olarak karşılaştırılmıştır. Çalışma gerçek deneme modellerinden yarı-deneysel yapıda olup, Ondokuz Mayıs Üniversitesi eğitim fakültesinde öğrenim görmekte olan 106 Fen Bilimleri öğretmen adayıyla gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak Astronomi Başarı Testi (ABT) kullanılmıştır. FMÖ ve SGÖ gruplarının kendi içinde ABT puanlarının ölçümlere göre anlamlı şekilde değişip değişmediğini belirlemek için parametrik analiz tekniklerinden bağımsız gruplar için tek faktörlü varyans analizi tekniği kullanılırken, gruplar arası karşılaştırmalar için tekrarlı ölçümler için karışık desenli ANOVA tekniği kullanılmıştır. Veri analizi sonucunda her iki grupta da uygulanan yöntemin öğretmen adaylarının astronomi konularına ilişkin akademik başarılarını artırdığı fakat kalıcılığını sağlamada başarılı olamadığı belirlenmiştir. Fakat FMÖ yönteminin SGÖ yöntemine göre daha etkili olduğu görülmüştür. Bu nedenle astronomi öğretiminde fiziksel modellerin kullanımının ve üretiminin yaygınlaştırılması önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Astronomi, Sanal Gerçeklik, Fiziksel Model, Alternatif Kavram, Başarı

### An Experimental Comparison of Two Different Methods in Astronomy Teaching

#### Abstract

In this study, the efficiency of teaching with virtual reality programs (VRT) and teaching with physical models (PMT), which are widely used in astronomy teaching, have been compared experimentally. The study has a quasi-experimental design and it was conducted with 106 pre-service science teachers studying in the educational faculty of Ondokuz Mayıs University. The groups were determined by using simple random sampling method. As data collection tool Astronomy Achievement Test (AAT) was used. In order to find out whether the AAT scores of PMT and VRT groups differed significantly within groups in terms of the measurements of scores, one of the parametric analysis techniques, was used for independent groups, while mixed design ANOVA technique was used for repeated measurement of comparisons between groups. As a result of data analysis, the method instructed in both groups was found to increase academic achievement of pre-service teachers about astronomy subject/concepts but was not successful in ensuring permanence. However, it was found that PMT method was more effective than the VRT method. Thus, the use and more extensive production of physical models in astronomy education are suggested.

**Keywords:** Astronomy, Virtual Reality, Physical Model, Alternative Concept, Achievement

---

<sup>1</sup> "Fiziksel model" kavramı uluslararası literatürde "hands-on model" olarak geçen kavramın yerine kullanılmıştır.

## 1. Giriş

İnsanlık var olduğu günden beri doğayı ve evreni merak etmiş, onu tanımaya, temel işleyiş mekanizmasını algulamaya ve kendi yaşamını kolaylaştıracak şekilde kullanmaya çalışmıştır. İlk çağlardan bu yana, Güneş'in ve Ay'ın doğup batması, Ay'ın geceleri evrelerinin değişmesi, yıldızların gökyüzündeki görüntüsü, farklı mevsimlerin yaşanması vb. birçok periyodik olay insanların ilgisini çekmiştir. Bu olaylara anlam verebilmek için yapılan gözlemler ve kanıtlar hem astronominin hem de bilimsel süreçlerin gelişiminin önünü açmıştır. İnsanlığın gökyüzüyle ilgili merak duygularını gidermek için yapmış olduğu bu araştırmalar bugün astronomi olarak isimlendirdiğimiz bilimin doğmasına neden olmuştur. Bu bağlamda astronomi, evrendeki bütün gök cisimlerinin hareketlerini, konumlarını, boyutlarını, enerjilerini ve evrimsel süreçlerini inceleyen bir bilim dalı olarak tanımlanabilir.

Astronomi üst düzey gözlem ve düşünme becerisi gerektiren kavramlar içermektedir. Çünkü astronomi kavramları genellikle soyuttur ve üç boyutlu düşünmeyi gerektirir (Yu, 2005). Bu üç boyutlu kavramların iki boyutlu diyagramlar üzerinde gösterilmesinden dolayı, öğrenciler bu kavramları anlamakta zorluklar yaşamaktadır. Yapılan çalışmalar bu durumu ortaya koyar niteliktedir (Shen, 2006; Türk ve Kalkan, 2015a; Yu, 2005). Hatta bu zorluklar yüzünden gerçekleşen yanlış öğrenmeleri değiştirmenin çok zor olduğu ve yaş ilerledikçe de bu durumun çok değişmediği belirtilmiştir (Bisard, Aron, Francek ve Nelson, 1994; Schneps ve Sadler, 1989). Bununla birlikte astronomi kavramları doğru öğrenildiğinde, öğrencilerin algılama ve kavrama yeteneği gelişir. Bu sayede fen eğitimi içindeki diğer soyut kavramların öğrenilmesi de kolaylaşır. Bu durum fen eğitimi ile astronomi arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır.

Yapılan çalışmalara bakıldığında astronominin temel kavramlarını kavranmasında ortaokul öğrencileriyle öğretmen adaylarının benzer sorunlar yaşadıkları görülmektedir (Bisard ve diğ., 1994; Kıroğlu, 2015). Bu durumu ortaya koyan çalışmalardan birinde, Bisard ve diğ. (1994) ortaokuldan, üniversite düzeyine kadar toplam 700 öğrenciyle fen bilimlerindeki kavram yanlışlarının eğitim seviyesi ile değişip değişmediğini gözlemlemek için bir çalışma yürütmüştür. Bu çalışmada öğretmen adayları ile ortaokul öğrencilerinin astronomi konularında yaklaşık aynı başarı seviyesine sahip olduklarını tespit etmiştir. Bunun sonucu olarak, öğrencilerin astronomi bilgilerinin ortaokuldan sonra çok çarpıcı bir şekilde değişime uğramadığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde Trumper (2001a), yapmış olduğu çalışmada öğretmen adaylarının birçok kavram yanlışlığına sahip olduğunu ve bunların zamanla değişmediğini ortaya koymuştur.

Astronomi konu/kavramlarının ilk ve ortaokul öğrencilerinin yaş ve gelişim düzeylerine uygun olarak verilmesi önem arz etmektedir. Bu durumda en önemli sorumluluk Fen Bilimleri öğretmenlerine düştüğü için ilgili öğretmenlerin astronomi konularında yeterli donanımına sahip olmaları gerekmektedir. Öğretmen adaylarının astronomi konu/kavramlarıyla ilgili mevcut durumlarını ortaya koyan çalışmalar literatürde oldukça fazladır (Trumper, 2001a, 2001b; Türk, 2016; Zeilik, Schau ve Mattern, 1998). Fakat bu konu/kavramların öğretimi üzerine yapılan çalışmalar nispeten daha azdır. Yapılan deneysel çalışmalar incelendiğinde ise çoğunlukla sanal gerçeklik programlarının, sonrasında ise fiziksel modellerin etkililiği üzerine olduğu görülmektedir (Aktamış ve Arıcı, 2013; Barron ve Orwig, 1997;



Diakidoy ve Kendeou, 2001, Gobert, 2000; Kikas, 1998; Trundle ve Bell, 2010). Buradan hareketle çalışmamızda SGÖ ile HFMÖ yöntemlerinin astronomi öğretimindeki etkisini karşılaştırarak incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda da astronomi konu/kavramlarını gelecekte öğretmekle yükümlü olan Fen Bilgisi öğretmen adaylarıyla çalışmanın yararlı olacağı kanısına varılmıştır.

### 1.1. Sanal Gerçeklik Programlarıyla Öğretim ve Fiziksel Modellerle Öğretim

Astronomi eğitiminde karşılaşılan başlıca sorunlar arasında 3 boyutlu düşünme becerisi gelmektedir. Bu durum astronominin temel kavramlarının öğrenilmesini ve doğru şekilde kavranmasını zorlaştırmaktadır. Bu duruma çözüm olarak yapılan çalışmaların bazılarında araştırmacılar SGÖ'nün, bazılarında ise FMÖ'nün etkililiğini araştırmışlardır. Bu araştırmalar sonucunda her iki yöntemde etili olduğu belirtilmiştir. Fakat teknolojiye paralel olarak son 20 yılda sanal gerçeklik programlarının etkililiği üzerine yapılan çalışmaların fiziksel modellerle yapılan çalışmalara kıyasla daha fazla olduğu dikkat çekmektedir. Sanal gerçeklik programlarında bilgisayar grafikleri ve yazılımları kullanarak gerçeğine benzer ortamlar yaratılmaktadır (Yair, 2001). Bu ortamlar, sanal gerçeklik programlarının sağladığı imkanlar dahilinde kullanıcılar tarafından manipüle edilebilmektedir. Bu da tıpkı planetarium ortamlarında olduğu gibi Dünya'nın herhangi bir yerinde herhangi bir andaki gökyüzü manzarasını yansıtabilme ve gökyüzündeki bazı döngülerin zamanda ileri-geri gidebilme özelliği sayesinde daha iyi algılanmasını sağlar. Bununla birlikte programlar, farklı konum ve zamanlara gitme olanakları sağlayarak gökyüzündeki değişimleri ve periyodik hareketleri öğrencilere görsel olarak gösterebilme imkânı sunar. Fen eğitimi için çeşitli yönlerden kolaylık sağlayan sanal gerçeklik programlarının kullanımı üzerine ülkemizde çok fazla çalışma olmadığı, yurt dışında ise nispeten daha fazla çalışma yapıldığı görülmektedir (Aktamış ve Arıcı, 2013). Özellikle astronomi kavramlarının öğretimi üzerine yapılan çalışmalarda sanal gerçeklik programlarının yararlı olduğu belirtilmiştir (Barron ve Orwig, 1997; Diakidoy ve Kendeou, 2001; Kikas, 1998; Trundle ve Bell, 2010).

Sanal gerçeklik programlarının aksine "hands-on" (fiziksel model) kavramı eğitim araştırmalarına çok daha önce girmiştir. 20. yüzyılın ortalarından itibaren fen eğitimi programları için "hands-on" fen kavramı sıkça gündeme gelmiştir. Öğretmenler, yöneticiler, yayıncılar ve kitaplar "hands-on" fen öğrenmenin öneminden söz eder olmuştur. Fiziksel modeller öğrencilerin nesnelere (canlı veya cansız) araştırma için doğrudan kullanılabilir olması anlamına gelmektedir (Meinhard, 1992). Flick (1993) fiziksel modellerle öğrenmeyi, model veya malzeme merkezli, manipülatif ve pratik etkinlikler olarak tanımlamaktadır. Hein (1987)'e göre ise, fiziksel modellerle fen eğitimi, öğrencilerin bir bilimsel süreci elleyerek, manipüle ederek ve gözlemleyerek öğrenmesine fırsat veren etkinliklerdir. Fiziksel modellerle öğretim, öğrenciyi merkeze alıp, gözlem yapması için materyallerle etkileşmesini sağlaması açısından sunum veya gösteriyle yapılan öğretimlerden ayırt edilebilir (Lumpe ve Oliver, 1991). Fenle ilgili kavramların anlaşılması için deneyim gereklidir. Bu açıdan düşünüldüğünde fiziksel modellerle etkileşim öğrencilere gerçek dünyadaki materyallerle veya benzerleriyle çalışma ve üzerinde gözlemler-



manipülasyonlar yapabilme fırsatı tanır (Shapley ve Luttrell, 1993). Yapılan araştırmalar, fiziksel model kullanarak yapılan öğretimlerin birçok avantajı olduğunu göstermiştir. Bu çalışmalardan bazılarında modellerin fen konularını öğrenmeyi ve başarıyı arttırdığı görülmektedir (Bredderman, 1982; Brooks, 1988; Doerr, 1997; Dupin & Johsua, 1989; Dyche ve diğ., 1993; Gobert, 2000; Hennessy ve diğ., 1995; Mattheis ve Nakayama, 1988; Saunders ve Shepardson, 1987). Yine yapılan çalışmalar ortaya koymaktadır ki fiziksel modeller kullanılarak yapılan etkinlikler öğrencilerin fene yönelik tutumlarını da artırmaktadır (Jaus, 1977; Kyle, Bonnstetter, McCloskey ve Fults, 1985; Rowland, 1990).

## 1.2. Çalışmanın Amacı ve Problem Cümlesi

Astronomi eğitimi alanında SGÖ ve FMÖ üzerine yapılan çalışmalar dikkate alınarak planlanan bu çalışmanın temel problem cümlesi şu şekildedir.

*“FMÖ ve SGÖ yöntemlerinin öğretmen adaylarının astronomi başarılarına etkisi nasıldır?”*

Bu temel problem cümlesi çerçevesinde çalışma süresince aşağıda belirtilen alt problemlere cevaplar aranmıştır.

1. Uygulama öncesi FMÖ ve SGÖ grubu öğretmen adaylarının astronomi başarıları arasındaki fark nasıldır?
2. Uygulama sonrası FMÖ ve SGÖ grubu öğretmen adaylarının astronomi başarılarındaki değişim nasıldır?
3. FMÖ ve SGÖ grubu öğretmen adaylarının astronomi başarılarının kalıcılığı nasıldır?
4. FMÖ ve SGÖ grubu öğretmen adaylarının astronomi konularına ilişkin alternatif kavramları nelerdir?
5. Uygulama sonrası FMÖ ve SGÖ grubu öğretmen adaylarının astronomi konularına ilişkin alternatif kavramlarındaki değişim nasıldır?

## 2. Yöntem

Bu çalışma gerçek deneme modellerinden yarı-deneysel yapıda olup, iki farklı deney grubu belirlenmiştir. Bu model içerisinde birisi tekrarlı ölçümleri (ön test, son test ve kalıcılık testi), diğeri ise farklı kategorilerde bulunan denekleri (grupları) gösteren iki faktörü içermektedir (Karasar, 2009; Sönmez ve Alacapınar, 2013). Araştırma kapsamında astronomi konu/kavramlarının öğretimine sanal gerçeklik programları ve fiziksel modellerin etkilerini kıyaslayabilmek için iki farklı grup (SGÖ ve FMÖ) oluşturulmuştur. SGÖ grubundaki öğretmen adaylarına etkinlikler sanal gerçeklik programları, FMÖ grubundaki öğretmen adaylarına ise fiziksel modeller kullanılarak öğretilmiştir. Etkileri kıyaslanan SGÖ ve FMÖ araştırmanın bağımsız değişkenleri iken öğretmen adaylarının astronomi başarıları ise araştırmanın bağımlı değişkenidir. ABT'den elde edilen puanlar kullanılarak gruplar içi ve gruplar arası karşılaştırmalar yapılmıştır.

### 2.1. Araştırmanın Örneklemi

Araştırmada seçkisiz örnekleme yöntemlerinden basit seçkisiz örnekleme yöntemi kullanılarak gruplar belirlenmiştir. Seçkisiz örnekleme, tanımlanmış bir evrendeki tüm deneklere, örnekleme seçilmek için eşit ve birbirinden bağımsız şans verir. Bir başka deyişle tüm deneklerin seçilme olasılığı aynıdır ve bir denneğin seçimi diğeri denneğin seçimini



etkilememektedir (Cowles, 1989). Araştırmanın örneklemini Türkiye'nin Karadeniz Bölgesinde yer alan Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nde öğrenim gören toplam 106 Fen Bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Gruplarda eşit sayıda öğretmen adayının (53) olmasına dikkat edilmiştir. Çalışma süreci başında öğretmen adayı sayıları eşit değilken, süreç sonunda araştırmacılar tarafından öğretmen adayı sayıları eşitlenmeye çalışılmıştır. Bu işlemi yaparken testlerin tamamına (ön-son-kalıcılık) katılmayan öğretmen adayları ile 4 haftalık uygulama sürecinde devamsızlık yapan öğretmen adayları araştırmadan çıkarılmıştır. Bu işlemler sonucunda grupların sayıları eşitlenmiştir.

## 2.2. Deneysel Uygulama Basamakları

Çalışmanın bu kısmında SGÖ ve FMÖ gruplarında kullanılan yöntemin içeriğine, materyallere ve uygulama süreciyle ilgili ayrıntılı bilgilere yer verilmiştir.

### 2.2.1. SGÖ Grubu

SGÖ grubunda astronomi konu/kavramlarının öğretimi için 3 farklı sanal gerçeklik programı kullanılmıştır. Bu programlar açık kaynaklı olup, internette erişim mümkündür. Çalışma kapsamında kullanılan programların isimleri aşağıda verilmiştir.

- Celestia programı
- Stellarium programı
- Starry Night programı

Celestia programı gök cisimlerini 3 boyut hissi vererek incelemeye ve onlar hakkında bilgi almaya yarayan bir programdır. Bu program özellikle Güneş sistemindeki gezegenler hakkında nispeten daha derinlemesine bilgi vermektedir. Bunun yanı sıra Güneş sistemi dışında yeni keşfedilen çok sayıda gezegeni de incelemeye fırsat tanımaktadır. Program dili İngilizcedir ve ücretsiz lisans vermektedir.

Stellarium programı Güneş sisteminde ötesindeki gök cisimlerini (yıldız ve galaksiler gibi) inceleme fırsatı sunan bir programdır. Programda 88 farklı takım yıldızı ve bazı yapay uyduları görebilmek mümkündür. Programın Türkçe dil desteği olup, ücretsiz lisans vermektedir.

Starry Night programı farklı koordinat noktalarından ve/veya farklı zaman dilimlerinden uzayı inceleme fırsatı sunan kapsamlı bir programdır. Çok çeşitli fonksiyonları olan programın dili İngilizcedir ve lisansı ücretlidir.

### 2.2.2. FMÖ Grubu

FMÖ grubunda astronomi konu/kavramlarının öğretimi için 6 farklı fiziksel model kullanılmıştır. Bu modellerin neler olduğu aşağıda belirtilmiştir.

- Güneş-Dünya (GD) modeli (eksen eğimli)
- GD modeli (eksen eğimsiz)
- GD modeli (zodyak kuşaklı)
- Güneş-Dünya-Ay (GDA) modeli
- Güneş sistemi modeli
- Takımyıldızlar modeli



Eksen eğimine sahip GD modeli ile eksen eğik olmayan GD modelinin geliştirilme aşamaları ve büyüklükleri birebir aynı olup, sadece bir modeldeki Dünya'ya eksen eğimi özelliği verilmemiştir. Bu şekilde iki farklı model geliştirilmesinin nedeni, öğrencilerde var olan alternatif düşünce (Dünya'yı eksen eğimsiz düşünme) ile bilimsel modeli karşılaştırmalarına olanak sağlamaktır. Aynı şekilde Zodyak kuşaklı GD modeli, eksen eğikli GD modelinin çevresine Zodyak kuşağı görsellerinden oluşan bir aparatın takılmasıyla oluşmaktadır.

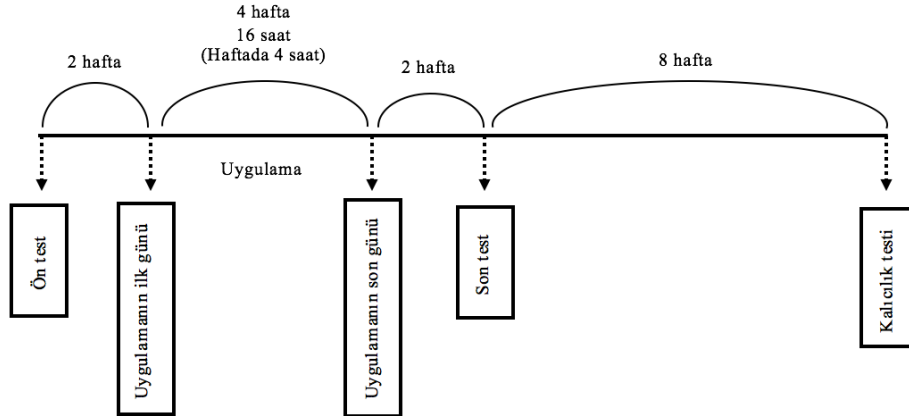
GDA modeli ile GD modeli (eksen eğimli) temelde aynı özelliklere ve büyüklüklere sahiptir. Bu iki model arasındaki tek farklılık, GDA modelinde, GD modeline kıyasla Ay modelinin de ekli olmasıdır.

Güneş sistemi modelinde gezegenler Güneş'ten uzaklıklarına ve büyüklüklerine göre oranlanmıştır. Yalnız bu oranlama sadece gezegenler arasında yapılmıştır. Güneş'in büyüklüğü kapsam dışı bırakılmıştır. Model elektrikli ve kasnak sistemine sahip olup, gezegenler Güneş etrafında dolanabilmektedir.

Takımyıldızlar modeli, içerisinde iki farklı takım yıldızının (Büyük ayı ve Orion) modellendiği 120 cm x 90 cm x 60 cm ölçülerinde ahşap kutu şeklindedir. Modelde Büyükayı ve Orion takımyıldızında yer alan yıldızların Dünya'dan uzaklıkları ve parlaklıklarına ait bilgiler toplanmış ve modelde dikkate alınmıştır.

### 2.3. Uygulama Süreci

Çalışmanın ön test ile kalıcılık verilerinin toplandığı aralıkta geçen süre ve yapılan işlemler Şekil 1'de ki zaman diyagramında sunulmuştur.



Şekil 1. Araştırma süreci

Şekil 1'den görüleceği üzere çalışmanın deneysel uygulama süreci 4 hafta (16 saat) sürmüştür. Deneysel uygulamalar sürecinde işlenen konu/kavramların haftalık programları ile SGÖ ve FMÖ gruplarında kullanılan materyallerin neler olduğu Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Haftalık konu/kavramlar ve karşılık gelen uygulamalar

Hafta	Konu/Kavram	SGÖ	FMÖ
1. Hafta	- Güneş, Dünya ve Ay'ın hareketleri - 1 gün, 1 hafta, 1 ay ve 1 yıl zaman kavramları - Güneş sistemi	- Celestia programı	- GDA modeli - Güneş Sistemi modeli
2.	- Ay'ın evreleri	- Celestia	- GDA modeli





Hafta	- Güneş ve Ay tutulmaları	programı - Starrynight programı	
3. Hafta	- Mevsimlerin oluşumu - Dünya üzerinde farklı mevsimler	- Stellarium programı	- GD modeli (eksen eğikli) - GD modeli (eksen eğiksiz)
4. Hafta	- Evrensel uzaklık ve büyüklük kavramları - Takımyıldızlar - Zodyak kuşağı	- Stellarium programı - Starrynight programı	- Takımyıldızlar modeli - GD modeli (zodyak kuşaklı)

Tablo 1 incelendiğinde hangi hafta hangi konu/kavramın işlendiği ve bu konu/kavramların öğretimi sürecinde SGÖ ve FMÖ gruplarında hangi model veya programın kullanıldığı görülmektedir.

## 2.4. Veri Toplama Aracı ve Analiz

Araştırmada veri toplama aracı olarak kullanılan ABT, Türk ve Kalkan (2015b) tarafından öğrencilerin astronomi konu/kavramlarına ilişkin başarılarını ölçmeye dönük geliştirilmiş geçerli ve güvenilir bir testtir. Dört seçenekli 32 maddeden oluşan testin çalışmamızda elde ettiğimiz ortalama güçlük değeri 0,74, ortalama ayırt edicilik değeri 0,34 ve KR-20 güvenilirlik katsayısı ise 0,85 şeklindedir.

ABT uygulanmasıyla elde edilen veriler için SPSS 23.0 istatistik programı kullanılmıştır. İstatistiksel analizler yapılmadan önce öğretmen adaylarının her bir ölçümden elde ettikleri puanlar için betimsel istatistikler hesaplanmıştır. Ardından veri analizinde parametrik/non-parametrik analiz tekniklerinden hangisinin kullanılacağını belirlemek için aşağıdaki ölçütler incelenmiştir. Nicel veri analizlerinde uygulanacak analiz tekniği belirlenirken, verilerin dağılımının normal dağılıma uygun olup olmadığının test edilmesi gerekir. Eğer veriler normal dağılım sergilerse, analizde parametrik testler kullanılır. İkinci nokta ise karşılaştırılacak olan gruplardaki kişi sayısıdır. Eğer gruplarda yer alan katılımcı sayısı 30'dan fazla ise verilerden elde edilecek sonuçların dağılımının normal dağılıma varsayımından dolayı parametrik testlerin kullanılması mümkündür (Can, 2014). Verilerin normal dağılım sergileyip-sergilemediğini test etmek için, normallik testleri yapılmıştır. ABT'ye ilişkin normallik testi sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Normallik testi sonuçları

Grup	Test	Kolmogorov-Smirnov		
		İstatistik	sd	p
FMÖ	Ön Test	,092	53	,200*
	Son Test	,092	53	,200*
	Kalıcılık Testi	,095	53	,200*
SGÖ	Ön Test	,118	53	,062*
	Son Test	,106	53	,199*
	Kalıcılık Testi	,092	53	,200*

\*p>,05

Tablo 2 incelendiğinde her iki grup için de verilerin normal dağılım sağlandığı görülmektedir. FMÖ ve SGÖ gruplarının kendi içinde ABT puanları arasında ölçümlere göre anlamlı farkın olup olmadığını ortaya koymak için parametrik analiz tekniklerinden bağımsız gruplar için tek faktörlü varyans analizi tekniği kullanılmıştır. Tek faktörlü (yönlü) varyans



analizi, iki ya da daha çok ölçümün ortalaması arasındaki farkın sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olup olmadığını test etmek üzere uygulanır (Büyüköztürk, 2005; Can, 2014). FMÖ ve SGÖ grupları arası karşılaştırmalar yapmak içinse tekrarlı ölçümler için karışık desenli ANOVA tekniği kullanılmıştır. İstatistiksel analiz sonuçları yorumlanırken, anlamlılık düzeyi 0,05 alınmıştır. Her bir bağımlı değişken üzerindeki bağımsız değişkenlerin etkisini test etmek için, etki boyutunu gösteren eta kare ( $\eta^2$ ) değerleri hesaplanmıştır. Eta kare değerleri 0,10 küçük, 0,24 orta ve 0,31 yüksek etki göstermektedir şeklindedir (Cohen, 1988).

### 3. Bulgular

FMÖ ve SGÖ grubu öğretmen adaylarının astronomi başarılarının ön test, son test ve kalıcılık testi sonuçlarına ilişkin betimsel istatistikler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Betimsel istatistikler

Grup	Test	N	Aritmetik Ortalama	SS
FMÖ	Ön Test	53	14,86	4,03846
	Son Test	53	25,41	3,67127
	Kalıcılık	53	22,49	4,07442
SÖ	Ön Test	53	14,60	4,74884
	Son Test	53	22,24	4,05683
	Kalıcılık	53	20,34	3,29885

Tablo 3 incelendiğinde FMÖ ve SGÖ grubu öğretmen adaylarının ön test astronomi başarı puanlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmen adayları en yüksek puanı son testte, ardından kalıcılık testinde ve son olarak ise en düşük puanı ön testte elde etmişlerdir.

FMÖ ve SGÖ öğretmen adaylarının ön test astronomi başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirleyebilmek için bağımsız gruplar için t testi yapılmış olup, sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 2. FMÖ ve SGÖ gruplarının ön test t testi sonuçları

Grup	N	Aritmetik Ortalama	SS	sd	t	p
FMÖ	53	14,66	4,03846	78	,308	,758
SGÖ	53	14,60	4,74884			

Tablo 4 incelendiğinde FMÖ ve SGÖ grubu öğretmen adaylarının ön test astronomi başarı puanlarının istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde farklılaşmadığı görülmektedir ( $t=,308$ ,  $p>,05$ ). Bu bulgu FMÖ ve SGÖ öğretmen adaylarının deneysel uygulamalara başlarken astronomi başarılarının denk olduğunu ortaya koymaktadır.

FMÖ ve SGÖ gruplarının her birinin kendi içinde, astronomi başarılarının ön test, son test ve kalıcılık puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını ortaya koymak amacıyla, tekrarlı ölçümler için tek faktörlü varyans analizi tekniği kullanılmıştır. FMÖ grubu öğretmen adaylarının ölçümlere göre, astronomi başarı puanlarının birbirinden anlamlı farklılaşp farklılaşmadığına yönelik yapılan tekrarlı ölçümler için tek yönlü varyans sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.





Tablo 5. FMÖ grubu ABT puanlarının tek yönlü varyans analizi

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p	$\eta^2$
Ön-Son-Kalıcılık Testi	3142,906	2	1571,453	132,394	,000*	,718
Hata	1234,428	104	11,869			
Toplam	4377,334	106				

\*p&lt;,05

Tablo 5'e göre FMÖ grubu öğretmen adaylarının astronomi başarı ön test, son test ve kalıcılık testi ortalama puanları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık oluşmuştur ( $F_{2-106}=132,394$ ,  $p<,05$ ). Bu bulgu FMÖ grubundaki öğretmen adaylarının astronomi başarılarının ölçüme bağlı olarak anlamlı olarak değiştiği şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca eta kare değerine göre, modellerle öğretimin, öğretmen adaylarının astronomi başarıları üzerindeki etkisinin yüksek ( $\eta^2=,599$ ) olduğu ifade edilebilir.

FMÖ grubundaki öğretmen adaylarının ön test, son test ve kalıcılık testleri ortalama puanlarının ikili karşılaştırılmasına ilişkin bulgular Tablo 6'da sunulmuştur. Bu bulgu için ANOVA yapılırken tek yönlü varyans analizinin ardından ikili kıyaslamalar yapılmıştır.

Tablo 6. FMÖ grubu ABT puanlarının ikili karşılaştırılması

		Ortalamalar Farkı	Anlamlılık Düzeyi
Ön Test	Son Test	-10,55	,000*
	Kalıcılık Testi	-7,63	,000*
Son Test	Ön Test	10,55	,000*
	Kalıcılık Testi	2,92	,000*
Kalıcılık Testi	Ön Test	7,63	,000*
	Son Test	-2,92	,000*

\*p&lt;,05

Tablo 6 incelendiğinde FMÖ grubu öğretmen adaylarının son test puanları ile ön test puanları arasında anlamlı farklılık bulunduğu görülmektedir ( $p<,05$ ). Ortalamalar dikkate alındığında bu farklılığın son test lehine olduğu görülmektedir. Bu bulguya göre, modellerle yapılan öğretimin öğretmen adaylarının astronomi konularındaki başarısına olumlu yönde etki yaptığı söylenebilir.

FMÖ grubu öğretmen adaylarının son test puanları ile kalıcılık testi puanları arasında fark incelendiğinde, ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür ( $p<,05$ ). Bu bulgu, FMÖ grubunda uygulanan öğretimin öğretmen adaylarının astronomi başarılarının kalıcılığını sağlamada etkili olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

SGÖ grubu öğretmen adaylarının testlere göre, astronomi başarı puanlarının birbirinden anlamlı farklılaşp farklılaşmadığına yönelik tekrarlı ölçümler için tek yönlü varyans analizi sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. SGÖ grubu ABT puanlarının tek yönlü varyans analizi

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p	$\eta^2$
Ön Son Kalıcılık Testi	1676,994	2	838,497	73,055	,000*	,584
Hata	1193,673	104	11,478			
Toplam	2870,677	106				

\*p&lt;,05



Tablo 7'ye göre SGÖ grubu öğretmen adaylarının astronomi başarı ön test, son test ve kalıcılık testi ortalama puanları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık oluşmuştur ( $F_{2-106}=73,055$ ,  $p<,05$ ). Bu bulgu SGÖ grubundaki öğretmen adaylarının astronomi başarılarının ölçüme bağlı olarak anlamlı olarak değiştiği şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca eta kare değerine göre, SGÖ'nün öğretmen adaylarının astronomi başarıları üzerindeki etkisinin yüksek seviyede ( $\eta^2=,584$ ) olduğu ifade edilebilir.

SGÖ grubundaki öğretmen adaylarının ön test, son test ve kalıcılık testleri ortalama puanlarının ikili karşılaştırılması sonucu anlamlı farklılık bulunup bulunmadığına ilişkin bulgular Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. SGÖ grubu ABT puanlarının ikili karşılaştırılması

		Ortalamalar Farkı	Anlamlılık Düzeyi
Ön Test	Son Test	-7,64	,000*
	Kalıcılık Testi	-5,74	,000*
Son Test	Ön Test	7,64	,000*
	Kalıcılık Testi	1,90	,001*
Kalıcılık Testi	Ön Test	5,74	,000*
	Son Test	-1,90	,001*

\* $p<,05$

Tablo 8 incelendiğinde SGÖ grubu öğretmen adaylarının son test puanları ile ön test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ( $p<,05$ ). Ortalamalar dikkate alındığında bu farklılığın son test lehine olduğu görülmektedir. Bu bulguya göre SGÖ yönteminin öğretmen adaylarının astronomi konularındaki başarısına olumlu yönde etki yaptığı söylenebilir.

SGÖ grubu öğretmen adaylarının son test puanları ile kalıcılık testi puanları arasında fark incelendiğinde, ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ( $p>,05$ ). Bu bulgu, SGÖ grubunda uygulanan öğretimin tıpkı FMÖ grubunda olduğu gibi öğretmen adaylarının astronomi başarılarının kalıcılığını sağlamada etkili olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

FMÖ ve SGÖ gruplarının yapılan ölçümlere göre kendi içlerindeki değişimlerinin incelenmesinin ardından gruplar arası ve ölçümler arası karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu işlem yapılırken hem ölçümlere göre gruplar hem de gruplara göre ölçümler kıyaslanmıştır. Bu amaçla deneysel uygulamalar öncesi ve sonrası (varsa) değişimlerinin birlikte karşılaştırılması için tekrarlı ölçümler için karışık desenli ANOVA tekniği kullanılmış olup sonuçları Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. FMÖ ve SGÖ grubu ABT puanlarının varyans analizi

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p	$\eta^2$
Gruplar arası	2853,987	105				
<b>Grup (FMÖ/SGÖ)</b>	275,522	1	275,522	11,113	,001*	,980
Hata	2578,465	104	24,793			
Gruplar içi	7248,000	212				
<b>Ölçüm (Ön-Son-Kalıcılık)</b>	4704,704	2	2352,352	201,511	,000*	,660
<b>Grup*Ölçüm</b>	115,195	2	57,597	4,934	,008*	,045
Hata	2428,101	208	11,674			
Toplam	10101,987	317				

\* $p<,05$



Tablo 9 incelendiğinde FMÖ ve SGÖ grubu öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası astronomi başarı puanlarının anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir ( $F_{Grup}=11,113$ ,  $p<,05$ ). Bu bulgu, FMÖ ve SGÖ grubu öğretmen adayları arasında ön, son ve kalıcılık testi ayrımı yapmadan astronomi başarı puanları arasında anlamlı düzeyde farkın oluştuğunu göstermektedir.

FMÖ ve SGÖ grubundaki öğretmen adaylarının astronomi başarı ön, son ve kalıcılık testi ortalama puanları arasında anlamlı düzeyde farklılık ortaya çıkmıştır ( $F_{Ölçüm}=201,511$ ,  $p<,05$ ). Bu bulguya göre grup ayrımı yapılmadan öğretmen adaylarının tamamının astronomi başarılarının ölçümlere göre anlamlı düzeyde değiştiği söylenebilir.

Son olarak, FMÖ ve SGÖ grubu öğretmen adaylarının astronomi başarılarının deney öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği, bir başka deyişle farklı işlem gruplarında olmakla beraber, tekrarlı ölçüm faktörlerinin astronomi başarıları üzerindeki ortak etkilerinin anlamlı olduğu bulunmuştur ( $F_{Grup*Ölçüm}=4,934$ ,  $p<,05$ ). Bu bulgu modellerle yapılan öğretim ile sanal gerçeklik programları kullanılarak yapılan öğretim, öğretmen adaylarının astronomi başarılarını artırmada farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Bir başka deyişle ABT puanlarında deney öncesine göre daha fazla artma görülen modellerle öğretimin, SGÖ yöntemine göre, öğretmen adaylarının astronomi başarılarını artırmada daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Ayrıca çalışmanın etki büyüklüğü değerleri incelendiğinde, gruplar arası ölçümler için ,980, ölçümler arası için ,660 ve son olarak Grup\*Ölçüm ortak etkisi içinse ,045 olarak hesaplanmıştır. Bu üç değerlerden Grup\*Ölçüm ortak etkisinin düşük bir etkiye sahip olduğu, gruplar arası ve ölçümler arası etkinin ise yüksek düzeyde etki büyüklüğüne sahip olduğu söylenebilir.

FMÖ ve SGÖ gruplarındaki öğretmen adaylarının ABT’de yer alan her bir soruya verdiği doğru cevapların yüzdeleri ön-son-kalıcılık testlerinde karşılaştırılarak incelendikten sonra, öğretmen adaylarının sahip olduğu alternatif kavramlar ve değişimleri incelenmiştir. Bunun için öğretmen adaylarının ABT’ye verdiği cevaplar incelenerek, doğru cevaplar dışında öğretmen adaylarının en çok işaretlediği seçeneklerden yola çıkarak, alternatif kavramlar belirlenmiştir. Bu kavramlar belirlendikten sonra, uygulanan öğretim faaliyetlerinin alternatif kavramları gidermeye sağladığı katkıları tespit edebilmek amacıyla, gruplara ve ölçümlere göre alternatif kavramların değişimi yüzde değerleri şeklinde Tablo 10’da verilmiştir. Ayrıca araştırma süresince alternatif kavramlardaki değişimi daha net göstermesi açısından ok işaretleri kullanılmıştır. Eğer öğretmen adaylarının sahip olduğu alternatif kavram oranı uygulamalar sonrası azalmışsa “↓” sembolüyle, artmışsa “↑” sembolüyle ve aynı seviyede kalmışsa “↔” sembolüyle gösterilmiştir. Herhangi alternatif kavramın oranı bir grupta azalmışken, diğer gruptaki aynı kalmış veya artmışsa, bu duruma kırmızı renkli “↓” ile dikkat çekilmiştir.



Tablo 10. En yaygın alternatif kavramlar

Kavram	Alternatif Kavram	FMÖ Grubu			SGÖ Grubu			FMÖ	SGÖ
		Ön Test (%)	Son Test (%)	Kalıcılık Testi (%)	Ön Test (%)	Son Test (%)	Kalıcılık Testi (%)		
Gece-gündüz oluşumu	Dünya'nın Güneş etrafında dolanması	26,4	11,3	13,2	20,8	20,8	18,9	↓	↔
Güneş'in tam tepede olması	Her gün öğle vakti	64,2	45,3	49,1	54,7	56,6	56,6	↓	↔
Dünya'nın döndüğü yön	Doğudan batıya	66,0	50,9	52,8	67,9	64,2	62,3	↓	↔
Yaz mevsiminin kış mevsiminden sıcak olması	Yaz'ın Dünya'nın Güneş'e daha yakın olması	52,8	15,1	18,9	52,8	18,9	22,6	↓	↓
Mevsimlerin oluşması	Dünya ile Güneş arasındaki uzaklığın değişmesi	47,2	13,2	11,3	49,1	24,5	24,5	↓	↓
İki yarım kürede farklı mevsimlerin yaşanması	Dünya'nın kendi ekseninde dolanması	18,9	9,4	11,3	34,0	22,6	22,6	↓	↓
Dünya ile Güneş arasındaki uzaklık hiç değişmezse mevsimlerin oluşumu	Mevsimler oluşmaz	60,4	24,5	28,3	56,6	26,4	28,3	↓	↓
	Sadece yaz ve kış mevsimi oluşması	34,0	17,0	18,9	30,2	24,5	22,6	↓	↓
Ay'ın evreleri sıralaması	Yeni ay-ilk dördün-son dördün-dolunay	37,7	15,1	17,0	39,6	22,6	26,4	↓	↓
Ay'ın hep aynı yüzünün görülmesi	Ay'ın Dünya etrafındaki dolanma hızının değişmemesi	24,5	3,8	3,8	24,5	17,0	22,6	↓	↔
Evrensel büyüklük	Dünya Jüpiter'den büyük	34,0	7,5	11,3	32,1	18,9	26,4	↓	↔
Takımyıldızlar (Görelî uzaklık)	Yüksek bir dağdan bakılırsa takımyıldızlarının görüntüsü değişir.	47,2	9,4	11,3	45,2	30,2	37,7	↓	↔
Evrenin merkezi	Güneş	18,9	5,7	3,8	22,6	18,9	22,6	↓	↔
	Dünya	11,3	3,8	0,0	5,7	3,8	3,8	↓	↔
	Samanyolu Galaksisi	20,8	5,7	1,9	17,0	9,4	7,5	↓	↓
Uydu teknolojisi (Yapay uydu)	Yaklaşık Dünya ve Ay'ın ortasında	47,2	28,3	35,8	43,4	34,0	37,7	↓	↓
	Ay'a çok yakın	22,6	9,4	7,5	26,4	20,8	20,8	↓	↔
Güneş tutulması (Ay'ın hangi evresi)	Dolunay	60,4	11,3	13,2	64,2	32,1	34,0	↓	↓
Ay tutulması	Güneş tutulması	30,2	9,4	7,5	28,3	20,8	24,5	↓	↔

Tablo 10 incelendiğinde öğretmen adaylarının çeşitli alternatif kavrama sahip oldukları görülmektedir. Uygulanan yöntemlerin bu alternatif kavramların bazılarının azaltılmasında etkili olduğu söylenebilir. Tablo 10'da ki bulgular aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

- Genel olarak modellerle yapılan öğretimin sanal gerçeklik programlarıyla yapılan öğretime kıyasla alternatif kavramların giderilmesinde/azaltılmasında daha etkili olduğu görülmüştür. Özellikle "gece-gündüz, Güneş'in tam tepede olma vakti, Ay'ın hareketleri ve tutulmalar, evrensel



büyüklik, takımyıldız ve evrenin merkezi gibi kavramlarda (kırmızı ok işareti ile gösterilen kavramlar) görülen alternatif kavramların giderilmesinde modellerle yapılan daha başarılı olmuştur.

- Modellerle yapılan öğretim sonucu tüm alternatif kavramlarda azalma olduğu görülmüştür. Fakat aynı durum SGÖ grubunda söz konusu olmamıştır. SGÖ grubu uygulama öncesi “gece-gündüz, Güneş’in tam tepede olma vakti, Ay’ın hareketleri ve tutulmalar, evrensel büyüklik, takımyıldız ve evrenin merkezi” kavramlarına ilişkin varlığı saptanan alternatif kavramlar, uygulama sonrası yaklaşık aynı oranlarda görülmüştür.

- Her iki gruptaki öğretmen adaylarının yaklaşık üçte ikisinde Dünya’nın kendi eksenini etrafında dönme yönüyle ilgili alternatif kavramın olduğu görülmüştür. Dünya “batıdan doğuya” doğru dönerken, öğretmen adaylarında “doğudan batıya” doğru döner yanılması söz konusudur. Deneysel süreç başlamadan önce, FMÖ grubunda %66, SGÖ grubunda ise %67,9 oranında görülen bu yanılma, son test sonrasında FMÖ grubunda bir miktar azalmışken, SGÖ grubunda değişim meydana gelmemiştir. Dolayısıyla uygulanan her iki yöntemin de bu alternatif kavramın giderilmesinde fazla bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

- Öğretmen adaylarının en yaygın alternatif kavramlara sahip olduğu kavramların başında mevsimler konusu gelmiştir. Genel olarak saptanan yaygın alternatif kavramlar “Dünya-Güneş arasındaki uzaklığın değişmesi, bir başka deyişle yaz mevsiminde Dünya’nın Güneş’e daha yakın olması, kışım ise uzak olması” ve “Dünya’nın kendi eksenini etrafında dönmesi” şeklindedir. Araştırma sonucunda hem FMÖ hem de SGÖ gruplarında söz konusu alternatif kavramların azalmaya uğradığı görülmüştür.

- Takımyıldızlarının yeryüzünden görünüş şekillerinin bulunulan konuma göre değişimine yönelik soruda öğretmen adaylarında yaygın şekilde “Yüksek bir dağdan bakılırsa takımyıldızlarının görüntüsü değişir” alternatif kavramının olduğu saptanmıştır. Söz konusu kavramın FMÖ grubu öğretmen adaylarında süreç içerisinde büyük oranda giderildiği görülmüştür. Bu değişimin de kalıcı olduğu tespit edilmiştir. SGÖ grubu öğretmen adaylarında ise deney grubuna nispeten daha az değişim olmuştur. Bu bulgulara göre modellerle yapılan öğretimin söz konusu alternatif kavramı gidermede SGÖ’ye kıyasla daha etkili olduğu söylenebilir.

- Güneş tutulması sırasında Ay’ın hangi evrede olacağını irdeleyen soruda dikkat çekici bulgular elde edilmiştir. Her iki gruptaki öğretmen adaylarının da yaklaşık üçte ikisinin bu konuda alternatif kavrama sahip olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarına göre Güneş tutulması sırasında Ay’ın evresi “Dolunay’dır. FMÖ grubu öğretmen adaylarında ön testte %60,4 oranında görülen yanılma, son testte %11,3’e ve kalıcılık testinde ise %13,2’e kadar gerilemiştir. SGÖ grubu öğretmen adaylarına bakıldığında ise ön testte %64,2 oranında karşılaşılan bu yanılma son testte %32,1, kalıcılık testinde %34 oranında görülmüştür. FMÖ grubunda yapılan öğretimin SGÖ grubuna kıyasla öğretmen adaylarının bu konudaki alternatif kavramını gidermede daha etkili olduğu ve bunun da kalıcı olduğu söylenebilir.



#### 4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmanın birinci alt probleminde uygulama öncesi FMÖ ve SGÖ grubu öğretmen adaylarının astronomi başarıları arasında fark olup olmadığı araştırılmıştır. Yapılan t testi sonucunda gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadığı görülmüştür (Tablo 4). Bu durum grupların astronomi başarıları açısından denk kabul edilebileceği anlamına gelmektedir. Ayrıca bu sonuç grupların araştırma sürecine aynı noktadan başladıklarını, bir başka deyişle gruplar arasında araştırılmak istenen konu açısından bir farklılık olmadığını ortaya koyduğu için önem arz etmektedir.

Çalışmanın ikinci alt probleminde uygulamalar sonrası FMÖ ve SGÖ gruplarındaki öğretmen adaylarının astronomi başarılarındaki değişimin araştırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultudaki en genel sonuç her iki grupta da uygulanan yöntemin öğretmen adaylarının astronomi konularına ilişkin akademik başarılarını artırdığı şeklindedir. FMÖ grubu öğretmen adaylarının ön test ortalaması 14,86 iken son test ortalaması 25,41, SGÖ grubu öğretmen adaylarının ön testte 14,60 iken son testte 22,24'e çıkmıştır. Her iki gruptaki artış kendi içinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bir başka deyişle her iki grupta uygulanan yöntem öğretmen adaylarının astronomi başarılarını artırmada olumlu etkiye sahip olmuştur. Bu sonuçlar literatürü destekler nitelikte çıkmıştır. Çünkü sanal gerçeklik programlarının astronomi konu/kavramlarının öğretiminde etkili olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Aktamış ve Arıcı, 2013; Kayabaşı, 2005). Aynı şekilde fiziksel modellerle öğretimin de astronomi konu/kavramlarının öğretiminde olumlu sonuçlar verdiği çalışmalarla belirtilmiştir (Dyche ve diğ., 1993; Hennessy ve diğ., 1995; Mattheis ve Nakayama, 1988; Saunders ve Shepardson, 1987). Fakat FMÖ ve SGÖ yöntemlerinin son test puanlarını karşılaştırdığımızda ise FMÖ yönteminin SGÖ yöntemine göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Üçüncü alt problemde uygulamalar sonrası gerçekleşen öğrenmelerin kalıcılığı araştırılmıştır. Bu probleme cevap aramak için yapılan analizler göstermektedir ki (Tablo 8 ve Tablo 9) her iki grupta gerçekleşen öğrenmeler belirli bir süre sonra unutulmaya başlamıştır. Çünkü grupların kalıcılık testi puanları ile son test puanları arasında, son test lehine anlamlı farklılıklar saptanmıştır. Eğer gerçekleşen öğrenmeler kalıcı olsaydı, kalıcılık testi ile son test arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşması beklenmezdi. Grupların son test ve kalıcılık testi aritmetik ortalamaları incelendiğinde, FMÖ grubunda son test ortalaması 25,41, kalıcılık ortalaması 22,49, SGÖ grubunda ise son test ortalaması 22,24 iken kalıcılık testinde 20,34'e düşmüştür. Bu sonuçlar literatürden kısmi olarak farklılıklar içermektedir. Literatürdeki çalışmalarda hem FMÖ hem de SGÖ yöntemlerinin kalıcı öğrenme sağladığı belirtilmektedir (Chen, Yang, Shen ve Jeng, 2007; Hennessy ve diğ., 1995; Mattheis ve Nakayama, 1988; Shin, 2003). Fakat çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre ise, öğretmen adaylarının kısmi olarak öğrendiklerini unuttukları görülmüştür. FMÖ ve SGÖ gruplarının kalıcılık puanlarını karşılaştırdığımızda ise, FMÖ grubu öğretmen adaylarının SGÖ grubu öğretmen adaylarına kıyasla daha başarılı olduğunu, öğrenilen bilgilerinin kalıcılığının kısmen daha fazla olduğu söylenebilir.

Her iki grupta uygulanan yöntemin öğretmen adaylarına katkı sağladığı yapılan analizlerle ortaya konmuştur. Fakat grupları kıyaslayarak genel bir sonuca ulaşmanın yararlı olacağı düşünülmektedir. Bu sayede daha önceki çalışmalarla astronomi öğretiminde etkili olduğu ortaya konulan (bu





çalışmayla da tekrar desteklenen) iki farklı yöntemin karşılaştırılması mümkün olacaktır. FMÖ ve SGÖ gruplarındaki değişimleri kıyaslamak için yapılan analizler (Tablo 9) göstermektedir ki, FMÖ ve SGÖ grubu öğretmen adaylarının astronomi başarılarının deney öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği, bir başka deyişle farklı işlem gruplarında olmakla beraber, tekrarlı ölçüm faktörlerinin astronomi başarısı üzerindeki ortak etkilerinin anlamlı olduğu bulunmuştur. Bu bulgu modellerle yapılan öğretim ile sanal gerçeklik programlarıyla yapılan uygulamanın, öğretmen adaylarının astronomi başarılarını artırmada farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Astronomi başarı testi puanlarında deney öncesine göre daha fazla artma görülen modellerle öğretimin, sanal gerçeklik programlarıyla yapılan öğretime göre, öğretmen adaylarının astronomi başarılarını artırmada daha etkili olduğu görülmüştür.

Çalışmanın ikinci ve üçüncü alt problemlerinde elde edilen sonuçları birlikte değerlendirecek olursak, FMÖ ve SGÖ yöntemlerinin öğretmen adaylarının astronomi başarılarını artırmada etkili olduğu, fakat FMÖ'nün, SGÖ'ye göre, kısmen daha etkili olduğu şeklindedir. Ayrıca FMÖ yöntemi gerçekleşen öğrenmenin kalıcılığının sağlanmasında da daha başarılı olmuştur. Astronomi konu/kavramları hem üç boyutlu düşünebilmeyi hem de zaman zaman Dünya dışından düşünebilmeyi (referans sistemini değiştirme) gerektiren durumlar içermektedir. Bu açıdan düşünüldüğünde, fiziksel modeller öğretmen adaylarının soyut durumları, somut olarak görmesine olanak sağlamıştır. Sanal gerçeklik programlarının da üç boyutlu düşünebilmeyi sağladığı araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Aktamış ve Arıcı, 2013; Trundle ve Bell, 2010). Fakat 3 boyutlu sanal gerçeklik programları 2 boyutlu ekrana yansıtıldığı için öğrencilerin 3 boyut hissini yakalaması zor olmaktadır. Ayrıca sanal gerçeklik programlarında olduğu gibi öğrenciler sadece duyararak-görerek öğrendikleri olguları, doğrudan içerisinde yer aldıkları öğretim etkinliklerine kıyasla daha kolay unutabilmektedirler. Çalışmada elde ettiğimiz sonuçları destekler şekilde, Aslan ve Doğdu (1993), materyal-model kullanılarak gerçekleştirilen eğitimin, öğrencilerin algılamasını ve öğrenmesini kolaylaştırdığını, konuya ilgi uyandırdığını ve sınıf içerisinde canlılık oluşturduğunu belirtmiştir. Bunun yanı sıra öğrenme sürecini kısaltıp, bilgiyi pekiştirdiği, kalıcılığını artırdığı ve konuya katılımı sağladığını ifade etmiştir. Benzer şekilde Haury ve Rillero (1994) yapmış olduğu çalışmada fiziksel modeller kullanılarak yapılan etkinliklerin öğrenci katılımını ve kalıcı öğrenmeyi arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca bu şekildeki etkinliklerin, öğrencileri çevrelerindeki dünyaya odaklayıp, meraklarını harekete geçirdiğini belirtmiştir. Bass, Danielle ve Julia (2011)'e göre ise fiziksel modellerle yapılan etkinliklerde, söylenen ve tartışılan şeyle bağlantılı olarak görsel öğrenmeyi desteklemek için gerçek nesnelere kullanılmaktadır. Fakat sanal gerçeklik programlarında görsel öğrenmeyi desteklemek için gerçek nesne kullanmak mümkün olmamaktadır. Bu da sanal gerçeklik programlarının fiziksel modellere kıyasla eksik noktasını oluşturmaktadır. Bir başka çalışmada ise Küçükahmet (2000) öğrencinin bir konuyu görerek, tutarak (hissederek), yap-boz gibi birleştirip parçalamasının kalıcı öğrenmeyi kolaylaştırdığını belirtmiştir. Çalışmamızın ikinci ve üçüncü alt problemlerinde elde ettiğimiz sonuçları literatürdeki sonuçlarla kıyasladığımızda görülmektedir ki; öğrenmenin kalıcılığını sağlaması ve konuyu görselleştirmesi açısından modellerle öğretimin uygulandığı gruptaki sonuçlar Haury ve Rillero (1994), Bass, Danielle ve Julia (2011) ve Küçükahmet (2000)'in sonuçlarıyla uyumlu



çıkmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında geliştirilen fiziksel modeller sayesinde öğrenciler günlük hayatta hızlı bir şekilde gözleyip, yorumlama fırsatı bulamayacağı astronomi konu/kavramlarını, sınıf ortamında, zamanda ileri-geri gidebilerek ve değişkenleri değiştirerek görebilme fırsatı yakalamışlardır. Bu düşünceyi destekler şekilde McKean ve Gibson, (1989) ve Oakley (1994) modeller sayesinde, yanına gidip veya sınıf içerisine getirilmesi mümkün olmayan olay, olgu ve nesnelere, ana hatlarıyla, gerçeğine uygun olarak sınıf içerisinde tartışma fırsatı elde edileceğini belirtmiştir. Bu açıdan değerlendirildiğinde ise çalışmamız öğretiminde sorun yaşanan astronomi konu/kavramlarının öğretimine yönelik bir çözüm önerisi sunmuş bulunmaktadır. Bu çözüm önerisi kapsamında hem materyal geliştirilmiş olup hem de bu materyalin örnek uygulaması yapılarak sonuçları literatürle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Son olarak, astronomi öğretiminde ayrı ayrı araştırılan iki yöntemi kıyaslayarak, birbirlerine göre eksik ve fazla yönleri ortaya konmuştur.

Çalışmanın dördüncü ve beşinci alt problemlerinde astronomi konu/kavramlarına ilişkin öğretmen adaylarının sahip olduğu alternatif kavramlar ve bunların değişimine FMÖ ve SGÖ yöntemlerinin etkisi araştırılmıştır. Çalışma öncesi yapılan analizler sonucu öğretmen adaylarının çeşitli alternatif kavrama sahip oldukları belirlenmiştir. Bu alternatif kavramlar Tablo 10'da ayrıntılı olarak sunulmuştur. Çalışmada ulaşılan alternatif kavramların benzerleri birçok araştırmacı tarafından literatüre daha öncesinden önerilmiştir (Bolat, 2016; Kalkan ve Kiroğlu, 2007; Kiroğlu, 2015; Kikas, 1998; Ojala, 1997; Rollins, Denton ve Janke, 1983; Schnepps ve Sadler, 1989; Vosniadou, 1991). Dolayısıyla öğretmen adaylarında var olduğu tespit edilen alternatif kavramlar literatürü destekler niteliktedir. Fakat bu çalışmada öğretmen adaylarındaki mevcut alternatif kavramları tespit etmekten ziyade, söz konusu kavramların giderilmesine FMÖ ve SGÖ yöntemlerinin etkisi araştırılmıştır. Bu doğrultuda elde edilen en genel sonuç FMÖ'nün alternatif kavramların giderilmesinde SGÖ'ye oranla çok daha etkili olduğu şeklindedir. Özellikle "gece gündüz oluşumu", "Güneş'in tam tepede (90°) olduğu vakit", "Ay'ın hep aynı yüzünün görülmesi", "evrensel büyüklük", "takımyıldızlar", "evrenin merkezi", "uydu teknolojisi" ve "Güneş ve Ay tutulmaları" konu/kavramlarına ilişkin alternatif kavramların giderilmesinde SGÖ'ye göre daha fazla başarı sağlanmıştır. Bunların dışında kalan alternatif kavramların giderilmesinde ise her iki yönteminde benzer başarıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Bir başka önemli sonuç ise, herhangi bir alternatif kavramın giderilmesinde SGÖ yönteminin, FMÖ yönteminden daha başarılı bir kavram yoktur. Tüm bu yönleriyle düşünüldüğünde astronomi konu/kavramlarına ilişkin alternatif kavramların giderilmesinde FMÖ yönteminin SGÖ yöntemine göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## 5. Çalışmanın Sınırlılıkları ve Araştırmacılara Öneriler

Bu çalışmada, FMÖ ve SGÖ yöntemlerinin ayrı ayrı öğretmen adaylarının astronomi başarılarını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Gruplar arası karşılaştırma yapıldığında ise FMÖ yönteminin SGÖ yöntemine kıyasla daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle astronomi eğitiminde fiziksel modellerin kullanımının ve üretiminin yaygınlaştırılması önerilmektedir. Çünkü astronominin, soyut kavramlardan ve ilk elden dokunamayacak-göremeyecek şekilde olaylardan oluştuğu düşünüldüğünde, geliştirilen fiziksel modellerin astronomi eğitiminde yararlı olacağı öngörülmektedir. Ayrıca benzer uygulamalar fen biliminin diğer alanlarında da gerçekleştirilebilir.



Bu araştırmada uygulanan ve faydalı olduğu görülen deneysel etkinlikler, öğretmen adaylarının yaparak yaşayarak öğrenmesinde son derece önemli olmuştur. Bu nedenle bu tür etkinliklerin derslerde sıklıkla kullanılması önerilmektedir.

Çalışma kapsamında geliştirilen modeller sınıf içerisinde kullanıma uygun olarak tasarlanmıştır. Bunun yanı sıra modeller tasarlanırken, literatürde konuyla ilgili daha önce yapılmış çalışmalarda saptanan alternatif kavramlar dikkate alınmıştır. Örneğin geliştirilen bir modelin hem alternatif kavram içeren versiyonu hem de bilimsel doğru olan versiyonu yapılmıştır. Model geliştirilirken, bu modellerin öğrenciler tarafından nasıl algılandığına yönelik süreçleri kontrol etmek için pilot çalışmalar yapılmıştır. Bu şekilde öğrenciler karşılaştırma yapabilmeye fırsatı yakalamışlardır. Bu nedenle geliştirilecek olan modellerde, öğrencilerin kendilerinde sahip olan düşünceyle, kendilerine sunulan bilimsel ifadeyi karşılaştırmalarına fırsat tanınması önerilmektedir.

FMÖ ve SGÖ kapsamında yapılan uygulamaların duyuşal öğrenme boyutu incelenmemekle birlikte öğretmen adaylarının etkinlikler esnasında etkili iletişim kurdukları, uygulamalara ilgi duydukları, derslerden keyif aldıkları ve öğrenme sürecinde söz sahibi olmaktan mutlu oldukları görülmüştür. Bir ölçek geliştirilerek yapılan uygulamaların duyuşal öğrenme boyutunun da ayrıntılı incelenmesi sağlanabilir.

## Kaynakça

- Aktamış, H. ve Arıcı, V. A. (2013). Sanal gerçeklik programlarının astronomi konularının öğretiminde kullanılmasının akademik başarı ve kalıcılığa etkisi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 58-70.
- Aslan, Z. ve Doğdu, S. (1993). *Eğitim teknolojisi uygulamaları ve eğitim araç-gereçleri*. Ankara: Tekişik Ofset.
- Barron, A. E. ve Orwig, G. W. (1997). *New technologies for education: A beginner's guide*. USA: Libraries Unlimited Inc.
- Bass, K. M., Danielle, Y. ve Julia, H. (2011). *The effect of raft hands-on activities on student learning, engagement, and 21st century skills*. (Erişim Tarihi: 7 Aralık 2016, <http://www.raft.net/public/pdfs/Rockman-RAFT-Report.pdf>)
- Bisard, W. J., Aron, R. H., Francek, M. A. ve Nelson, B. D. (1994). Assessing selected physical science and earth science misconceptions of middle school through university pre-service teachers: Breaking the science "misconception cycle". *Journal of College Science Teaching*, 24(1), 38-42.
- Bolat, M. (2016). The Development and Implementation of a Model for Teaching Astronomy to Deaf Students. *Journal of Education and Training Studies*, 4(7), 14-27.
- Bredderman, T. (1982). What research says: Activity science-the evidence shows it matters. *Science and Children*, 20(1), 39-41.
- Brooks, R. C. (1988). *Improving student science achievement in grades 4-6 through hands-on materials and concept verbalization*. ERIC Document Reproduction Service No. ED 317430, Erişim adresi: <https://eric.ed.gov/?id=ED317430>



- Büyüköztürk, Ş. (2005). Anket geliştirme. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(2), 133-151.
- Can, A. (2014). *SPSS İle Bilimsel Araştırma Sürecinde Nicel Veri Analizi*, Ankara: Pegem Akademi.
- Chen, C. H., Yang, J. C., Shen, S. ve Jeng, M. C. (2007). A desktop virtual reality earth motion system in astronomy education. *Educational Technology & Society*, 10, 289-304.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Erlbaum
- Cowles, M. (1989). *Statistics in psychology: A historical perspective*. NJ: Lawrence Erlbaum.
- Diakidoy, I. N. ve Kendeou, P. (2001). Facilitating conceptual change in astronomy: a comparison of the effectiveness of two instructional approaches. *Learning and Instruction*, 11, 1-20.
- Doerr, H. M. (1997). Experiment simulation and analysis: An integrated instructional approach to the concept of force. *International Journal of Science Education*, 19(3), 265-282.
- Dupin, J. J. ve Johsua, S. (1989). Analogies and 'modelling analogies' in teaching: some examples in basic electricity. *Science Education*, 73(2), 207-224.
- Dyche, S., McClurg, P., Stepan, J. ve Veath, M. L. (1993). Questions and conjectures concerning models, misconceptions, and spatial ability. *School Science and Mathematics*, 93(4), 191-197.
- Flick, L. B. (1993). The meanings of hands-on science. *Journal of Science Teacher Education*, 4(1). 1-8.
- Gobert, J. D. (2000). A typology of causal models for plate tectonics: inferential power and barriers to understanding. *International Journal of Science Education*, 22(9), 937-977.
- Haury, D. L. ve Rillero, P. (1994). *Perspectives on hands-on science teaching. Pathways to school improvement*. ERIC Document Reproduction Service No. ED 3072926, Columbus, Erişim adresi: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED372926.pdf>
- Hein, G. E. (1987). The right test for hands-on learning. *Science and Children*, 25(2), 8-12.
- Hennessy, S., Twigger, D., Driver, R., O'Shea, T., O'Malley, C. E., Byard, M., Draper, S., Hartley, R., Mohamed, R. ve Canlon, E. (1995). A classroom intervention using a computer-augmented curriculum for mechanics. *International Journal of Science Education*, 17(2), 189-206.
- Jaus, H. H. (1977). Activity-oriented science: Is it really that good? *Science and Children*, 14(7), 26-27.
- Kalkan, H. ve Kiroğlu, K. (2007). Science and nonscience students' conceptions of basic astronomy concepts in preservice training for education teachers. *Astronomy Education Review*, 1(6), 15-24. doi.org/10.3847/AER2007002
- Karasar, N. (2009). *Bilim araştırma yöntemleri*. Ankara: Nobel Yayınevi
- Kayabaşı, Y. (2005). Sanal gerçeklik ve eğitim amaçlı kullanılması. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4, 151-158.



- Kıroğlu, K. (2015). Students are not highly familiar with astronomy concepts–But what about the teachers? *Journal of Education and Training Studies*, 3(4), 31-41.
- Kikas, E. (1998). The impact of teaching on students' definitions and explanations of astronomical phenomena. *Learning and Instruction*, 8(5), 439-454. Doi: 10.1016/S0959-4752(98)00004-8
- Küçükahmet, L. (2000). *Bir meslek olarak öğretmenlik. Öğretmenlik mesleğine giriş*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Kyle, Jr. W. C., Bonnsetter, R. J., McCloskey, J. ve Fulis, B. A. (1985). What research says: Science through discovery: Students love it. *Science and Children*, 23(2), 39-41.
- Lumpe, A. T. ve Oliver, J. S. (1991). Dimensions of hands-on science. *The American Biology Teacher*, 53(6), 345-348.
- Mattheis, F. E. ve Nakayama, G. (1988). *Effects of a laboratory-centered inquiry program on laboratory skills, science process skills, and understanding of science knowledge in middle grades students*. ERIC Document Reproduction Service No. ED 307148, East Carolina University, Erişim adresi: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED307148.pdf>
- McKean, H. R. ve Gibson, L. S. (1989). Hands-on activities that relate Mendelian genetics to cell division. *The American Biology Teacher*, 51(5), 294-299.
- Meinhard, R. (1992). *Concept process-based science in the elementary school*. Salem, OR: Oregon Department of Education.
- Oakley, C. R. (1994). Using socks and chromosomes to illustrate nuclear division. *The American Biology Teacher*, 56(4), 238-239.
- Ojala, J. (1997). Lost in space? The concepts of planetary phenomena held by trainee primary school teachers. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 6(3), 183-203.
- Rollins, M. M., Denton J. J. ve Janke D. L. (1983). Attainment of selected earth science concepts by Texas high school seniors. *Journal of Educational Research*, 7, 81-88.
- Rowland, P. M. (1990). Using science activities to internalize locus of control and influence attitudes towards science. *National Association for Research in Science Teaching*, Atlanta.
- Saunders, W. L. ve Shepardson, D. (1987). A comparison of concrete and formal science instruction upon science achievement and reasoning ability of sixth grade students. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(1), 39-51.
- Schneps, M. H. ve Sadler, P. M. (1989). *A private universe-preconceptions that block learning*. Cambridge, MA: Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics.
- Shapley, K. S. ve Luttrell, H. D. (1993, Ocak). *Effectiveness of a teacher training model on the implementation of hands-on science*. Paper presented at the Association for the Education of Teachers in Science International Conference, Charleston, SC.





Shen, J. (2006). *Teaching strategies and conceptual change in a professional development program for Science teachers of K-8*. (Unpublished doctoral dissertation). Washington University, St. Louis.

Shin, Y. S. (2003, Aralık). *Virtual experiment environments design for science education*. International Conference on IEEE. 388-395. Chosun Univ., South Korea.

Sönmez, V. ve Alacapınar, F. G. (2013). *Örneklendirilmiş bilimsel araştırma yöntemleri*, Ankara: Anı Yayıncılık.

Trumper, R. (2001a). A cross-college age study of science and nonscience students' conceptions of basic astronomy concepts in preservice training for high-school teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 10(2), 189-195. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1009477316035>

Trumper, R. (2001b). A cross-age study of senior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. *Research in Science and Technological Education*, 19(1), 97-109. <http://dx.doi.org/10.1080/02635140120046259>

Trundle, K. C. ve Bell, R. L. (2010). The use of a computer simulation to promote conceptual change: a quasi-experimental study. *Computers and Education*, 54, 1078-1088

Türk, C. ve Kalkan, H. (2015a). The effect of planetariums on teaching specific astronomy concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 24 (1), 1-15. <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-014-9516-6>

Türk, C. ve Kalkan, H. (2015b). Developing an achievement test for astronomy education. *Journal of Studies in Education*, 5(3), 89-112.

Türk, C. (2016). The correlation between pre-service science teachers' astronomy achievement, attitudes towards astronomy and spatial thinking skills. *Journal of Education and Learning*, 5(2), 187-199.

Vosniadou, S. (1991). Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the study of knowledge acquisition in astronomy. *Journal of Curriculum Studies*, 23, 219-237. <http://dx.doi.org/10.1080/0022027910230302>

Yair, Y. (2001). 3D-virtual reality in science education: an implication for astronomy teaching. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 20, 293-305.

Yu, K. C. (2005). Digital full-domes: The future of virtual astronomy education. *Planetarian Journal of the International Planetarium Society*, 34(3), 6-11.

Zeilik, M., Schau, C. ve Mattern, N. (1998). Misconceptions and their change in university level astronomy courses. *The Physics Teacher*, 36(2), 104-107. <http://dx.doi.org/10.1119/1.880056>

## Extended Abstract

Since the first day humanity has existed, humans have been curious about the nature and the universe and have tried to comprehend the basic functioning of the universe and use it to facilitate life. Astronomy, which is one of the oldest sciences, has had a very big influence on the process of human beings' understanding about themselves and their environment. Astronomy includes concepts that require high level observation and thinking skills because astronomy concepts are generally abstract and they require three-





dimensional thinking (Yu, 2005). Since these three-dimensional concepts are shown on two dimensional diagrams, students experience difficulties in understanding these concepts. In some of the studies conducted as a solution to this problem, researchers have examined the efficiency of teaching with virtual reality programs, while in others researchers have examined the efficiency of teaching with hands-on models. As a result of these researches, both methods were found to be effective. However, in parallel with the developments in technology, it is remarkable that studies conducted in the last twenty years on the efficiency of virtual reality programs are more in number when compared with studies conducted with "hands-on" models. Unlike virtual reality programs, the concept of "hands-on" has entered educational researches much earlier. Since the middle of 20th century, "hands-on" science concept for science education has frequently become a current issue. In this study, the efficiency of teaching with virtual reality programs (VRT) and teaching with hands-on models (HMT), which are widely used in astronomy teaching, have been compared experimentally. For this purpose, four-week long programs have been prepared for both methods. In the VRT group, 3 different virtual reality programs (Celestia program, Stellarium program, Starry Night program) were used for the teaching of astronomy subjects/concepts. These programs are open-source programs and it is possible to access them from the internet. In the HMT group, 6 different "hands-on" models (Sun-Earth (SE) model (with axial tilt), SE model (no axial tilt), SE model (with zodiac zone), Sun-Earth-Moon (SEM) model, Solar system model, Constellation model) were used for the teaching of astronomy subjects/concepts.

The study has a quasi-experimental design and it was conducted with 106 pre-service science teachers studying in the educational faculty of a university in the Black Sea Region. The groups were determined by using simple random sampling method. As data collection tool, Astronomy Achievement Test (AAT), which was developed by the researchers, was used. AAT was applied on pre-service teachers for three times, in the form of pre-test two weeks before the experimental instructions, in the form of post-test after the instructions and in the form of permanency test about 8 weeks after the post-test. In order to find out whether the AAT scores of HMT and VRT groups differed significantly within groups in terms of the measurements of scores, One-Way Anova technique, one of the parametric analysis techniques, was used for independent groups, while mixed design ANOVA technique was used for repeated measurement of comparisons between HMT and VRT groups.

As a result of data analysis, the method instructed in both groups was found to increase academic achievement of pre-service teachers about astronomy subjects but was not successful in ensuring permanence. These results are partly different from the literature. Studies in literature state that both HMT and VRT methods provide permanent learning (Chen, Yang, Shen and Jeng, 2007; Hennessy et al., 1995; Mattheis & Nakayama, 1988; Shin, 2003). However, according to the results of our study, it was found that pre-service teachers partly forgot what they learned. When the permanence results of HMT and VRT groups were compared, it can be said that HMT group pre-service teachers were found to be more successful when compared with VRT group pre-service teachers and the information they learned was partly more permanent. Astronomy subjects/concepts include situations that require thinking out of this world (changing the reference system). From this



point of view, “hands-on” models have made it possible for pre-service teachers to view abstract situations as concrete. Virtual reality programs are also indicated to enable individuals to think three dimensionally (Aktamış ve Arıcı, 2013; Trundle ve Bell, 2010). However, since three-dimensional virtual reality programs are reflected on two dimensional screens, it is difficult for students to catch the 3-D feeling. In addition, as in virtual reality programs, students can forget the phenomena they learn by only hearing and seeing easier than the teaching activities they directly participate in. The results of the analyses conducted before the study found that students had various alternative concepts. HMT was found to be much more effective in eliminating alternative concept. Especially in eliminating alternative concepts about the subjects/concepts of “formation of day and night”, “the time when the Sun is on top (90°)”, “always the same side of the Moon being seen”, “universal size”, “constellations”, “center of the universe”, “satellite technology” and “Solar and Lunar eclipses” HMT was found to be much more successful.

In this study, it was concluded that HMT and VRT methods separately increased the astronomy achievements of pre-service teachers. When groups were compared, HMT method was found to be more successful than VRT method. Thus, the use of “hands-on” models and making their production more extensive is suggested because when it is considered that astronomy consists of abstract concepts and phenomena that cannot be touched or seen, it is predicted that the “hands-on” models developed will be useful in astronomy education. In addition, similar instructions can be made in other areas of science education, too.

The models developed within the context of the study were designed suitably for classroom use. In addition, while the models were being developed, alternative concepts found in previous studies conducted about the subject in literature were taken into consideration. For example, both the alternative concept version of a model and the scientifically correct one were made. While developing a model, pilot studies were conducted to control the processes about how these models are perceived by students. Thus, the students found the chance to make comparisons. Thus, it is suggested that in the models to be developed, students should be given the chance to compare their thoughts and the scientific expression presented to them.

