



Astronomi eğitiminde Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusu için geçerli ve güvenilir bir başarı testi geliştirme çalışması

A study to develop a valid and reliable achievement test for the subject of moon phases and eclipses in astronomy education

Hülya GÜNGÖR ^{1*} İbrahim ÜNAL ²

¹ İnönü Üniversitesi, Malatya, Türkiye

² İnönü Üniversitesi, Malatya, Türkiye

Özet: Bu çalışmada üniversitelerin fen bilgisi öğretmenliği, astronomi dersinin Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusuna yönelik bir başarı testi geliştirilmiştir. Başarı testi geliştirmek için öncelikle araştırmanın amacı belirlenmiştir. Ardından fen bilgisi öğretmenliği öğretim programı Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusuna yönelik alt konu başlıkları oluşturulmuştur. Testin soruları alt konu başlıklarına göre hazırlanmıştır. Başlangıçta 28 maddeden oluşan test uzman görüşü sonrası kapsam geçerliği nedeniyle 23 maddeye düşürülmüştür. Pilot uygulama için başarı testi Malatya ve Elazığ'daki astronomi eğitimi almış üçüncü ve dördüncü sınıftan 101 fen bilgisi öğretmen adayına uygulanmıştır. Uygulama sonrası testin madde analizleri Microsoft Excel, SPSS ve TAP programları ile yapılmıştır. Veri analizinde madde güçlük ve madde ayırt edicilik indekslerine bakılmıştır. Analiz sonrasında 3 madde daha testten çıkarılmış ve başarı testi 20 sorudan oluşan son halini almıştır. Testin KR-20 güvenirlik katsayısı 0.717 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca testin ortalama güçlük değeri 0.568 ve genel ayırt edicilik indeks değeri 0.44 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen verilerden testin yüksek düzeyde güvenilir ve ayırt edici olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ay'ın evreleri ve tutulmalar başarı testi öğrencilerin ön bilgilerini belirlemede, öğretim sürecinde biçimlendirici değerlendirme faaliyetleri kapsamında kullanılabileceği gibi öğretim sonrasında da kullanılabilir.

Anahtar Sözcükler: *Astronomi eğitimi, Ay'ın evreleri ve tutulmalar, Başarı testi, Fen eğitimi*

Abstract: In this study, an achievement test was developed for the subject of the phases of the Moon and eclipses in the astronomy course of the science teaching programme of universities. In order to develop an achievement test, firstly the purpose of the research was determined. Then, the subtopics of the phases of the Moon and eclipses in the science teacher education programme were formed. The questions of the test were prepared according to the sub-topics. The test, which initially consisted of 28 items, was reduced to 23 items due to content validity after expert opinion. For the pilot application, the achievement test was applied to 101 pre-service science teachers from the third and fourth grades who had received astronomy education in Malatya and Elazığ. After the application, item analyses of the test were performed with Microsoft Excel, SPSS and TAP programs. In data analysis, item difficulty and item discrimination indices were analysed. After the analysis, 3 more items were removed from the test and the achievement test was finalised with 20 questions. The KR-20 reliability coefficient of the test was calculated as 0.717. In addition, the average difficulty value of the test was 0.568 and the general discrimination index value was 0.44. From the data obtained, it was concluded that the test was highly reliable and discriminative. The Moon phases and eclipses achievement test can be used to determine the prior knowledge of the students, can be used within the scope of formative assessment activities during the teaching process, and can also be used after teaching.

Keywords: *Astronomy education, Moon phases and eclipses, Achievement test, Science education*

1. Giriş

Eğitimde ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin başarı düzeyini belirlemenin önde gelen yollarından biridir. Başarı kavramı, öğretim veya eğitim yoluyla değiştirilebilen bilişsel davranışlardaki değişikliklerle ilgilidir. Başarı özellikle üç temel kavramla ilişkilendirilmektedir: Bilgi, beceri ve yetenek. Bilgi kavramı, ilke ve olguları öğrenmek için hatırlamayı

veya anlamayı gerektirir. Beceri kavramı, gözlemlenebilen ve bir performans içeren durumları ifade eder. Son olarak yetenek kavramı ise bilgi ve becerinin birlikte kullanılması anlamına gelirken, gelişimi uzun bir zaman dilimini gerektirir (Haladyna, 2004). Eğitim sisteminde girdi, süreç ve sonuç unsurları doğrultusunda belirlenen davranışlar için öğrenci başarısını tespit etmek mümkündür. Örneğin, öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerinin belirlenmesi, eğitim sisteminin girdilerinin değerlendirilmesi amacına hizmet eder. Öte yandan, bir dersin sonunda öğrenmeyi gerçekleştirme düzeyinin sorgulanması, çıktı unsurunun belirlenmesi amacına hizmet eder. Yapılandırıcı yaklaşımın yaygın olarak benimsendiği günümüzde, biçimlendirici değerlendirme kavramı daha önemli hale gelmiştir ve temel amaç artık öğrencilerin öğrenmelerini izlemektir. Öğrencilerin başarı düzeylerinin belirlenmesi, süreç boyunca öğrencilerin öğrenmelerinin izlenmesi konusunda da yardımcı olmaktadır.

Testler, öğrencilerin belirli bir dersteki başarı ve yeterlilik düzeylerini değerlendirmek isteyen öğretmenler için bir ölçme aracıdır ve söz konusu yetenek test maddeleri aracılığıyla ölçülür (Brualdi Timmins, 1998). Eğitimin çıktılarını daha güvenilir ve geçerli yöntemler kullanarak değerlendirme isteği farklı test tekniklerinin üretilmesine neden olmuştur (Polat, 2020). Bu değerlendirme teknikleri, bilişsel ve duyuşsal faktörlerin yanı sıra çoktan seçmeli testler, açık uçlu sorular, eşleştirme soruları, doğru/yanlış cümleleri ve tamamlama soruları gibi test hazırlama yöntemlerine göre sınıflandırılmaktadır (Black vd., 2003).

Çoktan seçmeli testler, uzmanlar tarafından tasarlanmış bir ortamda sayısal olarak öğrenme miktarını veya derecesini belirlemek için kullanılan ölçme ve değerlendirme araçlarıdır (Haladyna, 2004). Çoktan seçmeli testler aynı zamanda bilgi çıktılarını ve farklı öğrenme çıktılarını değerlendirmek için de kullanılmaktadır. En yaygın olarak bilgi, kavrama ve uygulama çıktılarını değerlendirmek için kullanılırlar (Golvardi Yazdi vd., 2021). Çoktan seçmeli testler, çalışma kursları ve farklı kurumların giriş sınavlarında tercih edilen test türleridir (Ibbett ve Wheldon, 2016). Cevabı maddeler arasında veren ve testi alanların cevap vermesini değil, bir dizi alternatif arasından doğru seçeneği seçmesini gerektiren test türleridir (Güler, 2017). Bu testler pahalı değildir, hızlıdır ve uygulanması kolaydır ancak çok sayıda bilişsel beceriyi ölçme imkânından yoksundur (Brown, 2005). Birçok kişi, çoktan seçmeli testlerin zaman kazandırması ve öğrencilere daha hızlı geri bildirim sağlaması durumunda verimli, güvenilir ve geçerli sonuçlar sağlaması durumunda ise etkili olabileceğini savunmaktadır (Bacon, 2003; Douglas vd., 2012; Glass ve Sinha, 2013; Nicol, 2007). Çoktan seçmeli testlerin temel dezavantajlarından biri, doğru cevabı tahmin etme olasılığıdır ve bu da güvenilirliğini, geçerliliğini ve etkililiğini azaltır (Golvardi Yazdi vd., 2021). Çoktan seçmeli test formatı üzerine yapılan son araştırmaların popüler olmamasının birkaç nedeni vardır. Bunlardan ilki, testlerin genellikle kısmi, sınırlı ve bağlamından koparılmış bir değerlendirme biçimi olarak görülmesidir. Buna göre, yapının tüm parçalarını ölçemediklerinden birçok ölçüm durumu için yetersizdirler. Çoktan seçmeli testlerin formatlarının bir diğer eksikliği de doğru ve kabul edilebilir test maddeleri yazmanın zorluğuyla ilgilidir. Bu eksikliklere rağmen birçok eğitim sistemi; çok sayıda katılımcıya hitap etmesi, hızlı puanlama yapılabilmesi, kolaylığı ve güvenilirliği nedeniyle değerlendirme taleplerini karşılamak için büyük ölçüde çoktan seçmeli testlere güvenmektedir (Currie ve Chiramanee, 2010; Little ve Bjork, 2015; Scott vd., 2006; Suskie, 2018). Ayrıca eğitim kaynaklarının azalması ve öğrenci sayılarının artmasıyla birlikte çoktan seçmeli testler yaygın bir değerlendirme formatı haline gelmiştir (Dibattista ve Kurzawa, 2011; Slepko ve Godfrey, 2019; Suskie, 2018; Tobias ve Raphael, 1996).

Astronomi eğitiminde yer alan Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusunun karmaşık bir bilimsel sürece sahip olduğu ifade edilmektedir. Bu kavramların anlaşılabilmesi için tüm bu bilgilerin sentezinin (Ay'ın ve Dünya'nın dönme ve dolanma hareket sisteminin kavranması, bu sistemin Güneş'in yörüngesindeki hareketinin ve bu üç gök cisminin konumlarının, evrelerin ve tutulmaların oluşumuna etkilerinin anlaşılması) gerektiği vurgulanmaktadır. Ay'ın ışık alan yüzünün

Dünya'dan ne oranda gözlemlenebildiğini zihinde keşfetmek, bu üç gök cisminin üç boyutlu görüntüsünü ve göreceli hareketlerini zihinde oluşturabilmek, Ay'ın evrelerinin ve tutulmaların nedeninin anlaşılmasını sağlar. Dünya ve uzay bilimlerindeki pek çok konu gibi Ay'ın evrelerini ve tutulmaları anlamak da ışık fiziği ve Güneş sistemi gibi pek çok bilimsel sürecin bilinmesini gerektirir (Comins, 2001).

Ay'ın evreleri kavramının sadece çocuklar için değil yetişkinler için de tutulma kavramı ile karıştırıldığı belgelenmiştir. Her iki olay da Güneş/Dünya/Ay sisteminin hareketine bağlı olarak gerçekleştiği için bireyler Ay evrelerini tutulmalardan ayırt edememektedirler (Moore, 2000). Ayrıca son 30 yılda yapılan çok sayıda çalışma, Ay'ın evreleri olgusunun tüm eğitim seviyelerindeki öğrencilerin çok küçük bir kısmı tarafından anlaşıldığını göstermiştir (Álvarez vd., 2018; Baxter, 1989; Bayraktar, 2009; Bisard vd., 1994; Danaia ve McKinnon, 2007; Stahly vd., 1999; Trumper, 2001). Bunun ardında yatan pek çok neden olabilir, bunlardan bazıları şunlardır:

- i. Öğrencilerde tespit edilen sorunlara benzer şekilde, öğretmenlerin de Ay'ın evreleri olgusunu anlamakta güçlük çekmesi (Camino, 1995; Galperin vd., 2018).
- ii. Okul kitaplarında yer alan ve birçoğu öğrencilerin günlük astronomik olayların nedenlerine ilişkin sahip oldukları alternatif kavramları pekiştiren hatalar (Galperin ve Raviolo, 2017; Navarro, 2009).
- iii. Ay'ın Dünya etrafındaki hareketinden, Ay'ın evrelerini anlamının her yaşta öğrenci için önemli bir görsel-uzamsal yetenek gerektirdiğini gösteren bu alandaki araştırmaların bilinmemesi (Bayraktar, 2009; Callison ve Wright, 1993; Dicovski vd., 2012; Suzuki, 2003).

Fen bilgisi öğretmen adayları ve fizik öğretmenleri ile yapılan bir çalışmaya göre, fen bilgisi öğretmen adaylarının %42'sinin Ay'ın evreleri oluşurken Dünya'nın gölgesine doğru hareket ettiğini, %13'ünün ise Ay'ın Güneş'in gölgesine doğru hareket ettiğini belirttikleri tespit edilmiştir. Aynı çalışmada, fizik öğretmenlerinin %33'ünün Ay'ın evreleri oluşurken Ay'ın Dünya'nın gölgesine doğru hareket ettiğini, %7'sinin ise Ay'ın Güneş'in gölgesine doğru hareket ettiğini belirttiği ortaya çıkmıştır (Kanlı, 2014). Bir başka araştırmada öğretmenlerin Ay'ın evrelerinin oluşum süresi (kavuşum ayı) ile Ay'ın Dünya etrafındaki dolanım süresinin (yıldızlı Ay) öğretmenler tarafından da karıştırıldığı ve bilinmediği ifade edilmiştir (Taşcan ve Ünal, 2020).

Alanyazın incelendiğinde "Güneş, Dünya ve Ay" ile ilgili başarı testlerinin oldukça sınırlı olduğu görülmüştür (Demirel, 2007; Düşkün, 2011; Erdoğan, 2010; Karamustafaoğlu ve Tutar, 2016; Sontay ve Karamustafaoğlu, 2020). Ayrıca Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusunu içeren uzamsal düşünmeyi de gerektiren bir çoktan seçmeli teste rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu çalışmada astronomi eğitimi, fizik eğitimi ve fen eğitimi başta olmak üzere günlük hayatta da anlaşılması önem arz eden Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusuna yönelik fen bilgisi öğretmen adayları için bir başarı testi geliştirmek amaçlanmıştır. Geliştirilen başarı testinde Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusuna yönelik uzamsal düşünmeyi gerektiren sorular da mevcuttur. Çünkü Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusu tamamen üç boyutlu düşünmeyi gerektiren bir konudur. Yukarıda ifade edildiği gibi Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusunu anlamakta hem öğretmen hem de öğrenciler güçlük çekmektedir. Öğretmen adaylarının da zorlandığı ayrıca çeşitli kavram yanılgılarına sahip olduğu bir konuda uzamsal düşünmeyi de sağlayacak nitelikli bir başarı testine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusunda çalışmalar yürütmeyi planlayan araştırmacılar da geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış bir başarı testini kullanabileceklerdir. Uzamsal düşünmeyi de gerektirecek şekilde hazırlanmış başarı testi öğretmen adaylarındaki Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusuna yönelik sahip oldukları kavram yanılgılarını ve hatalı fikirlerini de ortaya çıkararak öğretimin bu yanılgıları gidermeye yönelik düzenlenmesini de sağlayacaktır.

Fen bilgisi öğretmen adayları için astronomi dersi Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusuna ilişkin geçerli ve güvenilir bir akademik başarı testi geliştirmek amaçlanan çalışmada aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusunda geliştirilen başarı testi yapı geçerlik düzeyi ne seviyededir?
2. Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusunda geliştirilen başarı testindeki maddelerin madde güçlük ve madde ayırt edicilik değeri nedir?
3. Geliştirilen akademik başarı testinin ortalama güçlük, ayırt edicilik ve güvenilirlik düzeyi nedir?

2. Yöntem

Bu araştırma fen bilgisi öğretmen adayları için lisans düzeyinde bir başarı testi geliştirmek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada testin kapsam geçerliğinin belirlenmesi noktasında uzman görüşü alınarak nitel araştırma desenlerinden faydalanılmıştır (Shuttleworth, 2016). Başarı testinin geçerlik ve güvenilirliğini belirleme noktasında nicel araştırma desenlerinden tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli belirli bir grubun bir durum veya konuya yönelik beceri, ilgi, görüş veya yeteneklerini ortaya çıkarmak amacıyla kullanılmaktadır (Fraenkel ve Wallen, 1996).

2.1. Katılımcılar

Malatya ve Elâzığ ilinde fen bilgisi öğretmenliği lisans eğitimine devam eden 3. ve 4. sınıf 101 fen bilgisi öğretmen adayı araştırmanın örneklemini oluşturmaktadır. Örneklem seçiminde seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden amaçsal örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusu fen bilgisi öğretmenliği lisans programında astronomi dersi adı altında 3. sınıfta verilmektedir. Bu nedenle katılımcılar astronomi eğitimi almış kişilerden seçilmiştir. Örneklem sayısı test geliştirmede kabul edilebilir bir aralıktadır (Netemeyer vd., 2003). Katılımcılara ilişkin bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

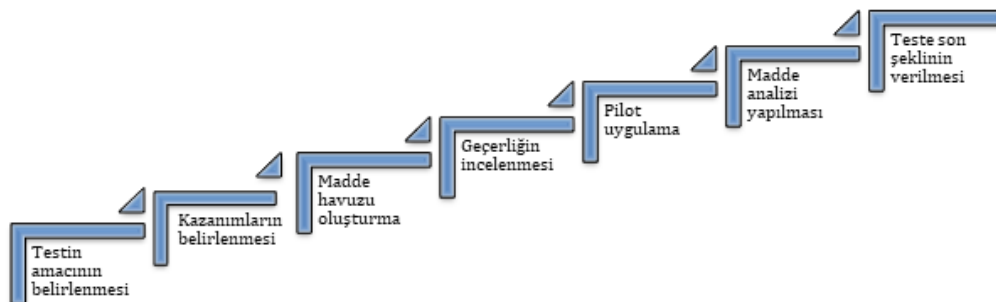
Tablo 1
Katılımcılara İlişkin Bilgiler

Değişken	Grup	Frekans (n)	Yüzde (%)
Branş	Fen Bilimleri	101	100
Cinsiyet	Kadın	70	70.7
	Erkek	31	29.3
Toplam		101	100

2.2. Veri Toplama Aracı

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen Ay'ın evreleri ve tutulmalar konulu akademik başarı testi kullanılmıştır. Başarı testinin geliştirilme aşamaları Şekil 1'de detaylı olarak ifade edilmiştir.

Şekil 1
Ay'ın Evreleri ve Tutulmalar Testi Geliştirme Süreci



Testin Amacının Belirlenmesi

Bu çalışmada astronomi dersi “Ay’ın evreleri ve tutulmalar” konusuna yönelik bir başarı testi geliştirmek amaçlanmıştır. Hazırlanan başarı testinin biçimlendirici değerlendirme veya konu sonu değerlendirme sınavı olarak kullanılması amaçlanmıştır. Ayrıca hazırlanan sorular içerisinde uzamsal düşünmeyi destekleyecek sorularla üst düzey düşünme becerilerine katkı sağlaması da amaçlanmıştır.

Kazanımların Belirlenmesi

“Ay’ın evreleri ve tutulmalar” konusuna yönelik YÖK’ün hazırlamış olduğu fen bilgisi öğretmenliği lisans programı ders içeriklerinden astronomi dersine ait içerik incelenmiştir. Program içerisinde kazanım yer almamaktadır. Ay’ın evreleri ve tutulmalar konusuna yönelik “Dünya, Ay ve Güneş’in Hareketleri” ifadesi geçmektedir. Bu başlığa yönelik alt konu başlıkları oluşturulmuş ve konu kapsamı bu şekilde belirlenmiştir. Alt konu başlıkları aşağıdaki Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2

Ay’ın Evreleri ve Tutulmalar Alt Konu Başlıkları

Alt Konu Başlıkları
Ay’ın gerçek ve görünür hareketleri
Ay’ın evreleri
Ay tutulması
Ay tutulması türleri
Güneş tutulması
Güneş tutulması türleri

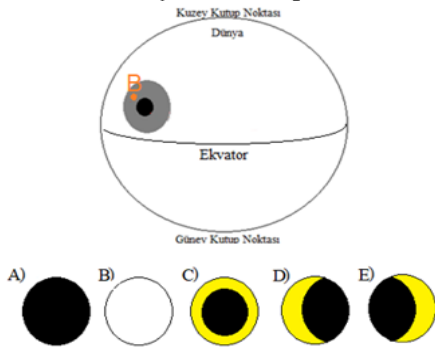
Madde Havuzu Oluşturma

Ay’ın evreleri ve tutulmalar testi maddeleri hazırlanırken hiçbir kaynaktan soru aynen alınmamıştır, sorular bizzat araştırmacılar tarafından yazılmıştır. Ayrıca sorular uzamsal düşünmeyi de destekleyecek şekilde hazırlanmıştır. Aşağıda Şekil 2’de testte yer alan iki soru örnek olarak verilmiştir.

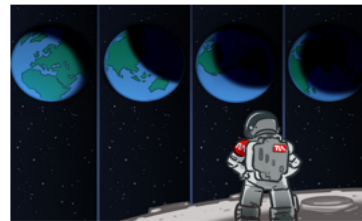
Şekil 2

Ay’ın Evreleri ve Tutulmalar Testi Soru Örnekleri

21. Aşağıda tam Güneş tutulması esnasında çekilen bir fotoğraf verilmiştir. Buna göre Dünya üzerinde belirtilen B noktasından Güneş tutulması nasıl görülür?



23.



Ay’dan Dünya’ya bakıldığında yukarıda verilen şekilden yola çıkarak aşağıdaki ifadelerden hangileri **doğrudur**?

- Ay’ın yüzeyinden Dünya’yı izleyen biri Dünya’nın farklı evrelerini görebilir.
- Dünya’nın evreleri Ay’ın evrelerinden çok daha kısa sürede gözlemlenir.
- Ay’dan bakan bir kişi için Dünya’nın ışık almadığı evresinde Güneş tutulması gözlemler.
- Dünyanın evrelerinin gözlemlenebilmesi için Ay’daki kişinin sürekli yerini değiştirmesi gerekir.

- A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III
D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

Ay’ın evreleri ve tutulmalar başarı testi ilk olarak 28 madde olarak hazırlanmıştır. Testteki soruların her bir alt konu başlığı için yenilenmiş Bloom taksonomisine göre dağılımı Tablo 3’te yer almaktadır.

Tablo 3

Ay'ın Evreleri ve Tutulmalar Başarı Testi Belirtke Tablosu

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi Bilişsel Süreçleri						
Alt Konu Başlıkları	Hatırlama	Anlama	Uygulama	Analiz Etme	Değerlendirme	Yaratma
Ay'ın gerçek ve görünür hareketleri		20, 6	3		5, 9	
Ay'ın evreleri		14, 15, 16	4,27	24, 25, 26	23	
Ay tutulması		19		2	28	
Ay tutulması türleri				21	12	
Güneş tutulması		18	1, 7	11	10, 13	
Güneş tutulması türleri		22	17	8		

Başarı testinde yer alan maddelerin yenilenmiş Bloom taksonomisine göre en alt beceri olan hatırlama ve en üst beceri olan yaratma basamaklarında yer almadığı görülmüştür. Yaratma basamağı orijinal bir ürün elde etme becerisini ölçtüğü için çoktan seçmeli olarak hazırlanan başarı testinde bu basamak yer almamıştır.

Geçerliğin incelenmesi

Ay'ın evreleri ve tutulmalar başarı testi, kapsam geçerliği ve görünüş geçerliği açısından incelenmesi amacıyla 5 uzmana gönderilmiştir. Uzmanlar iki astronom, iki fizik eğitimcisi ve bir fen eğitimcisinden oluşmaktadır. Ayrıca dil yapısı ve anlaşılabilirliğinin kontrol etmek için bir Türkçe öğretmenin görüşleri alınmıştır. Uzmanlardan başarı testindeki maddelerin alt konu başlıklarını kapsayıp kapsamadığını, belirtilen bilişsel alan seviyesine uygunluğunu, soruların yanlış bir bilimsel ifade içerip içermediğini değerlendirmeleri istenmiştir. 5 tane sorunun kapsam geçerliği sebebiyle testten çıkartılması istenmiştir. Diğer sorularla ilgili tavsiye edilen düzeltmeler yapılarak pilot uygulama öncesi testin son haline 23 soru olarak karar verilmiştir.

Pilot Uygulama

Ay'ın evreleri ve tutulmalar başarı testi, 2023-2024 eğitim öğretim yılında Elâzığ ve Malatya'da öğrenim gören astronomi eğitimi almış 101 üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Uygulama gönüllülük esası göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Gerekli izinler alınmıştır.

Madde Analizi Yapılması ve Teste Son Şeklinin Verilmesi

Ay'ın evreleri ve tutulmalar başarı testinin taslak hali 23 maddeden oluşmaktadır. Pilot uygulama sonrası elde edilen verilerin geçerlik ve güvenirlik analizleri yapılmıştır. Ay'ın evreleri ve tutulmalar başarı testinin geçerlik sürecinde kapsam geçerliği, görünüş geçerliği ve yapı geçerliğine bakılmıştır. Güvenirlik sürecinde ise iç tutarlık ve duyarlılığa yönelik analizler yapılmıştır. Pilot uygulama sonrasında testteki maddelerin geçerlik ve güvenirlik analizleri Microsoft Excel, SPSS ve TAP programlarından yararlanılarak yapılmıştır. Ay'ın evreleri ve başarı testinin yapı geçerliği için madde gücü, madde ayırt edicilik indeksi değerleri hesaplanmıştır. Güvenirlik belirlenmesinde ise KR-20 iç tutarlık katsayısı hesaplanmıştır. Ayrıca testten çıkarılan sorulara ilişkin çeldirici analizleri de hesaplanmıştır. Bütün veri analizi sonrasında Ay'ın evreleri ve tutulmalar başarı testinin 20 madde olarak son haline karar verilmiştir.

3. Bulgular

Bu bölümde Ay'ın evreleri ve tutulmalar başarı testinin geliştirilme sürecine yönelik bulgulara yer verilmiştir. Testin geliştirilmesi sürecine dâhil edilen fen bilgisi öğretmen adaylarından derlenen verilerin betimleyici istatistik değerlerine ait sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4

Ay'ın Evreleri ve Tutulmalar Testine Yönelik Betimsel Analiz

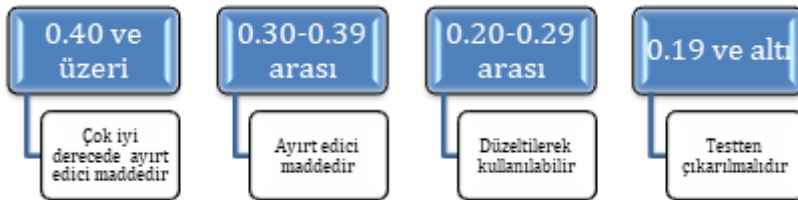
N	101
Ortalama	12.762
Medyan	13
Standart sapma	3.895
Varyans	15.171
Çarpıklık	0.147
Basıklık	-0.562
Minimum Puan (Doğru cevap sayısı)	5
Maksimum Puan (Doğru cevap sayısı)	22

Tablo 4 incelendiğinde testten alınan en düşük puan 5, en yüksek puan 22 olarak belirlenmiştir. Çarpıklık ve basıklık değerlerinin +1.00 ile -1.00 arasında olması, aynı zamanda ortalama ve medyan değerlerinin birbirine yakın olması testin normal dağılım gösterdiğini ifade etmektedir (Kan, 2009; Karaman, 2020).

Bir başarı testinin yapı geçerliği için bakılması gereken diğer analizler ise madde güçlük ve madde ayırt edicilik değerleridir. Madde güçlük indeksi maddeye doğru cevap verenlerin sayısının toplam katılımcı sayısına bölünmesiyle bulunur. Madde güçlük indeksi en yüksek 1 (bir) değerini alır. Bu durum maddenin tüm katılımcılar tarafından doğru cevaplandığı anlamına gelir. Maddeyi kimse doğru cevaplayamadığında bu değer 0 (sıfır) olur. Dolayısıyla madde güçlük indeksi 1'e yaklaştıkça maddenin kolay, 0'a yaklaştıkça maddenin zor olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Genellikle maddeler için güçlük indeksinin .50 olması yani orta güçlükte olması beklenir (Bandalos, 2018). Madde ayırt edicilik indeksi testten yüksek puan alan üst grup öğrenci ile testten düşük puan alan alt grup öğrenci arasındaki farkı belirler. Ayırt edicilik indeksi +1 ile -1 arasında değer almaktadır. Madde ayırt edicilik indekslerine göre madde seçme ölçütleri Şekil 3'te verilmiştir (Crocker ve Algina, 1986).

Şekil 3

Madde Ayırt Edicilik İndekslerine Göre Madde Seçme Ölçütleri



Toplam 23 maddenin yer aldığı test için yapılan madde analizi sonuçları aşağıda Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5

Taslak Test Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksleri

Madde No	Madde Güçlük İndeksi (p)	Madde Ayırt Edicilik İndeksi (r)
1	0.87	0.27
2	0.64	0.64
3	0.72	0.41
4	0.67	0.19
5	0.42	0.22
6	0.66	0.51
7	0.51	0.52
8	0.70	0.41
9	0.71	0.63
10	0.71	0.22
11	0.43	0.50
12	0.54	0.33
13	0.43	0.43
14	0.55	0.48
15	0.35	0.25
16	0.52	0.37
17	0.76	0.41
18	0.45	0.50
19	0.76	0.44
20	0.45	0.27
21	0.28	0.45
22	0.34	0.44
23	0.28	0.13

Tablo 5 incelendiğinde test için uygun olmayan maddeler sırasıyla 23, 5 ve ardından 10 testten çıkarılmıştır. Bu kapsamda; 23. madde güçlük indeksi düşük ve zor ayrıca ayırt edicilik indeksi de düşük olması nedeniyle, 5. ve 10. madde güçlük değeri iyi olmasına karşın ayırt edicilik değerinin düşük olması nedeniyle 23 soruluk taslak test formundan çıkarılmıştır. Bu doğrultuda üç maddenin çıkarılmasıyla testte kalan maddeler için hesaplanan yeni madde güçlük ve ayırt edicilik değerleri aşağıda Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6

Nihai Test Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksleri

Madde No	Madde Güçlük İndeksi (p)	Madde Ayırt Edicilik İndeksi (r)
1	0.87	0.23
2	0.64	0.60
3	0.72	0.45
4	0.67	0.31
6	0.66	0.46
7	0.51	0.49
8	0.70	0.51
9	0.71	0.63
11	0.43	0.51
12	0.54	0.34
13	0.43	0.50
14	0.55	0.57
15	0.35	0.37
16	0.52	0.32
17	0.76	0.35
18	0.45	0.51
19	0.76	0.42
20	0.45	0.42
21	0.28	0.45
22	0.34	0.46

Tablo 6 incelendiğinde madde güçlük değerleri 0.28-0.87 arasında değişkenlik göstermektedir. Testin ortalama güçlük değeri ise 0.568 bulunmuştur. Testin maddelerin ayırt edicilik indekslerinin 0.23-0.63 arasında değiştiği görülmüştür. Ayrıca testin genel ayırt edicilik indeksi değeri 0.44 olarak hesaplanmıştır. Ay'ın evreleri ve tutulmalar testi güçlük ve ayırt edicilik değerleri göz önüne alınarak testin orta güçlükte ve ayırt ediciliği yüksek bir ölçme aracı olduğu söylenebilir. Ayırt ediciliği düşük olması nedeniyle testten çıkartılan 23, 5 ve 10. maddelere ilişkin çeldirici analizleri aşağıdaki Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7
Testten Çıkartılan Sorulara İlişkin Çeldirici Analizi

Soru	Grup	Seçenekler					rjx	pjx
		A	B*	C	D	E		
23	Total	20	28	34	3	16	0.13	0.28
	Üst Grup	10	11	7	0	5		
	Alt Grup	3	6	14	2	5		
5	Total	4	0	8	42	47	0.22	0.42
	Üst Grup	1	0	3	15	14		
	Alt Grup	1	0	5	7	17		
10	Total	7	72	17	1	4	0.22	0.71
	Üst Grup	4	27	2	0	0		
	Alt Grup	1	18	8	1	2		

*: Doğru Cevap

Tablo 7 incelendiğinde, 23. sorunun doğru cevabı B olmasına rağmen C seçeneği daha çok işaretlenmiştir. C seçeneği doğru cevap gibi çalışmıştır. Bu durum maddenin ayırt ediciliğini olumsuz yönde etkilemiş dolayısıyla ayırt edicilik indeksi düşük çıkmıştır. 5. sorunun doğru cevabı D olmasına rağmen E çeldiricisi daha çok işaretlenmiş, B çeldiricisi ise kimse tarafından işaretlenmemiş yani çalışmamıştır. 10. soruda doğru cevap büyük çoğunluk tarafından işaretlenmiş ancak diğer çeldiricilerin büyük kısmı çalışmamıştır. Kolay ancak ayırt ediciliği düşük bir sorudur.

3.1. Güvenirliğe İlişkin Bulgular

Ay'ın evreleri ve tutulmalar testinin KR-20 güvenirlik katsayısı 0.717 olarak hesaplanmıştır. Herhangi bir testte güvenirlik katsayısının minimum değerinin 0.70 olmasının beklendiği alanyazında mevcuttur (Büyüköztürk, 2014; Wells ve Wollack, 2003). Bu referans değerine göre testin güvenirlik katsayılarının testin tamamı için yeterli olduğu söylenebilir.

3.2. Ay'ın Evreleri ve Tutulmalar Başarı Testi Son Hali

Fen bilgisi öğretmen adayları için geliştirilen Ay'ın evreleri ve tutulmalar başarı testi çoktan seçmeli bir testtir. Toplam 20 sorudan oluşan test 5 seçenekli ve tek bir boyuttan oluşmaktadır. Başarı testi soruları özellikle Ay'ın evreleri, Güneş ve Ay tutulması sorularını içermektedir. Doğru ve yanlış/boş cevaplar sırasıyla 5-0 puanlanır. Test için, bir öğrencinin olası minimum puanı 0 ve olası maksimum puanı 100'dür. Yüksek puanlar Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusunun anlaşıldığı düşük puanlar ise eksik öğrenmenin olduğu şeklinde yorumlanabilir.

4. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Astronomi eğitiminde ve fen eğitiminde Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusu üst düzey düşünme ve uzamsal düşünme becerisi gerektirmektedir (Bayraktar, 2009; Callison ve Wright, 1993; Dicovskiy vd., 2012; Suzuki, 2003). Çünkü Ay'ın yapısı ve şekli değişmezken, Ay'ın neden farklı şekillerde (Örneğin; ilk dördün, dolunay, son dördün, şişkin ay, hilal) ve konumlarda olduğunu anlamak küresel boyutta zihinde görselleştirme, zihinde döndürme becerisi gerektirir. Ay ve

Güneş tutulmalarının nasıl gerçekleştiğini, Ay ve Güneş tutulma çeşitlerinin (Örneğin; parçalı, halkalı, tam) neden ve nasıl oluştuğunu anlamak ve anlatmak için küresel boyutta zihinde görselleştirme, zihinde döndürme, uzamsal algı becerileri gerekir. Dolayısıyla bu çalışmada da fen bilgisi öğretmen adaylarının Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusundaki başarı düzeylerinin ve bilişsel yeteneklerinin belirlenmesi amacıyla geçerli ve güvenilirliği kanıtlanmış bir test geliştirmek amaçlanmıştır. Araştırmada hem nitel hem de nicel süreçler yer aldığı için karma desen yönteminden faydalanılmıştır (Creswell ve Creswell, 2014). Testin geliştirilme sürecinde ilk olarak kuramsal çerçeve belirlenmiş ve ölçülecek davranışlar saptanmıştır. YÖK'ün hazırlamış olduğu fen bilgisi öğretmenliği lisans programı ders içeriklerinden astronomi dersine ait içerik incelenmiş ve program içerisinde kazanımın yer almadığı görülmüştür. Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusuna yönelik "Dünya, Ay ve Güneş'in Hareketleri" ifadesinin geçtiği için bu başlığa yönelik alt konu başlıkları oluşturulmuştur. Ay'ın evreleri ve tutulmalar testi bu alt konu başlıklarına göre başlangıçta 28 maddeden oluşan çoktan seçmeli bir test olarak hazırlanmıştır. Taslak soru maddeleri yazıldıktan sonra içerik ve görünüş geçerliği için uzman görüşü alınmıştır. Uzman görüşünde test maddelerine ilişkin tavsiye edilen düzeltmeler yapılmış ve 5 soru testin kapsam geçerliğini sağlamaması nedeniyle çıkarılmıştır. Testin pilot uygulaması yapıldıktan sonra testin yapı geçerliği için madde analizi yapılmıştır. Madde analizi sonrasında testten 3 madde daha çıkarılmıştır. Testte, gerekli geçerlik ve güvenilirlik kriterlerini karşılayan 20 madde kalmıştır. Testte gerekli güvenilirlik ve geçerlik kriterlerini karşılayan optimum sayıda madde içeren bir son test üretmek amaçlanmıştır. Ay'ın evreleri ve tutulmalar testinin ortalama ayırt edicilik indeksleri incelendiğinde, testin yüksek düzeyde ayırt edici olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Crocker ve Algina, 1986). Testin ortalama güçlük indeksinin orta düzey olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Testin ortalama güçlük derecesine sahip olması varyansı arttırdığı anlamına gelmektedir. Bu sayede alt ve üst grup öğrencileri birbirinden ayırt etmede testin etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir (Crocker ve Algina, 1986; Wendler ve Walker, 2006). Ay'ın evreleri ve tutulmalar testi için son olarak güvenilirlik analizi yapılmıştır. KR-20 üzerinden yapılan güvenilirlik analizi sonucu olumlu çıkmıştır (Wells ve Wollack, 2003). Sonuç olarak 20 maddelik testin fen bilgisi eğitimindeki üniversite öğrencilerinin Ay'ın evreleri ve tutulmalar konusundaki bilişsel yeteneklerini ölçmede yararlı, geçerli ve güvenilir olduğu söylenebilir.

Bu araştırmanın sınırlılıklarından biri test geliştirme sürecinin 101 fen bilgisi öğretmen adayı ile yürütülmüş olmasıdır. Bu sayıda katılımcı ile yürütülen test geliştirme sürecinde elde edilen veriler geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarının yürütülmesi için yeterli olmuştur. Ancak ileride yapılacak çalışmalarda daha fazla sayıda örneklemin yer aldığı çalışmaların yapılması uygun olacaktır. Bir diğer sınırlılık ise testin konu kapsamının sadece Ay'ın evreleri ve tutulmalarla ilgili olmasıdır.

Ay'ın evreleri ve tutulmalar başarı testi geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış bir başarı testidir ve bu konuda araştırma yapacak araştırmacılar tarafından kullanılabilir. Geliştirilen başarı testi öğrencilerin ön bilgilerini belirlemede, öğretim sürecinde biçimlendirici değerlendirme faaliyetleri kapsamında kullanılabileceği gibi öğretim sonrasında da kullanılabilir. Testi uygulayacak araştırmalar testin uygulama sonrasında üst grup ve alt gruptan uygun sayıda öğrenci ile görüşme yaparak testten elde ettikleri verileri daha güçlü hale getirebilirler. Ay'ın evreleri ve tutulmalar başarı testinin örneklem grubunun çoğunluğu kadınlardan (% 70.7) oluşmaktadır. Gelecek araştırmalarda katılımcıların eşit dağılım göstereceği örneklem grubu oluşturulabilir.

Çıkar Çatışması Bildirimi

Bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve yayımlanmasına ilişkin herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Etik Beyan

“Astronomi eğitiminde Ay’ın evreleri ve tutulmalar konusu için geçerli ve güvenilir bir başarı testi geliştirme çalışması” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamıştır ve veriler toplanmadan önce İnönü Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırma ve Yayın Etik Kurulu’ndan 07.03.2024 tarih ve 4/6 sayılı etik izin alınmıştır. Karşılaşılabilecek tüm etik ihlallerde “Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Yayın Kurulunun” hiçbir sorumluluğunun olmadığı, tüm sorumluluğun sorumlu yazara ait olduğu ve bu çalışmanın herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiş olduğunu taahhüt ederim.

Üretken Yapay Zekâ Kullanımına Dair Beyan

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde üretken yapay zekâ (ChatGPT, Bard, Claude, Copilot vb.) araçları kullanılmamıştır. Tüm metin, analiz ve içerik, yazarlar tarafından insan katkısıyla üretilmiştir.

Yazar Katkıları

Tüm yazarlar, çalışmanın kuramsal çerçevesinin oluşturulması ve araştırmanın tasarlanmasına katkı sağlamıştır. Veri toplama sürecinin planlanması, veri toplama ve analiz süreçleri Hülya GÜNGÖR ve İbrahim ÜNAL tarafından yürütülmüştür. Tartışmaya Hülya GÜNGÖR ve İbrahim ÜNAL katkı sağlamıştır. Makalenin ilk taslağı Hülya GÜNGÖR tarafından yazılmış, tüm versiyonlar tüm yazarlar tarafından gözden geçirilmiştir. Tüm yazarlar, makalenin son hâlini okuyup onaylamıştır.

Teşekkür

Bu makalenin veri toplama aşamasında yardımcı olan Fırat Üniversitesi ve İnönü Üniversitesi yöneticilerine ayrıca her iki üniversitenin Eğitim Fakültelerinin fen bilgisi öğretmen adaylarına teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Álvarez, M., Galperin, D., & Quinteros, C. (2018). Indagación de las concepciones de estudiantes primarios y secundarios sobre los fenómenos astronómicos cotidianos. In: En Papini, M., (Ed.), *Las Ciencias de la Naturaleza y la Matemática en el Aula: Nuevos Desafíos y Paradigmas*. Tandil, Argentina: National University of the Center of the Province of Buenos Aires. p129-142.
- Bacon, D. R. (2003). Assessing learning outcomes: A comparison of multiple-choice and short-answer questions in a marketing context. *Journal of Marketing Education*, 25(1), 31-36. <https://doi.org/10.1177/0273475302250570>
- Bandalos, D. L. (2018). *Measurement theory and applications for the social sciences* (1st ed.). Guilford Publications.
- Baxter, J. (1989). Children’s understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11(5), 502-513. <https://doi.org/10.1080/0950069890110503>
- Bayraktar, S. (2009). Pre-service primary teachers’ ideas about lunar phases. *Journal of Turkish Science Education*, 6(2), 12-23.
- Bisard, W., Aron, R., Francek, M., & Nelson, B. (1994). Assessing selected physical science and earth science misconceptions of middle school through university preservice teachers. *Journal of College Science Teaching*, 24, 38-42.

- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshal, B., & Wiliam, D. (2003). *Assessment for learning: Putting it into practice*. McGraw-Hill Education.
- Brown, J. D. (2005). *Testing in language programs: A comprehensive guide to English language assessment*. Prentice-Hall.
- Brualdi Timmins, A. C. (1998). Classroom questions. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 6(1). 1-3. <https://doi.org/10.7275/05rc-jd18>
- Büyüköztürk, Ş. (2014). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (19. baskı). Pegem Akademi.
- Callison, P., & Wright, E. (1993). The effect of teaching strategies using models on pre-service elementary teachers' conceptions about Earth- Sun-Moon relationships. *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Atlanta, Georgia.
- Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Preconceptions and conceptual change in astronomy. A study with primary school teachers about day and night, seasons and lunar phases. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 81-96.
- Comins, N. F. (2001). *Heavenly errors: Misconceptions about the real nature of the universe*. New York: Columbia University Press.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2014). *Research desing: qualitative, quantitative and mixed methods approaches* (Vol. 54). United State of America: Sage Publications.
- Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. Holt, Rinehart and Winston, 6277 Sea Harbor Drive, Orlando, FL 32887.
- Currie, M., & Chiramanee, T. (2010). The effect of the multiple-choice item format on the measurement of knowledge of language structure. *Language Testing*, 27(4), 471-491. <https://doi.org/10.1177/0265532209356790>
- Danaia, L., & McKinnon, D. H. (2007). Common alternative astronomical conceptions encountered in junior secondary science classes: Why is this so? *Astronomy Education Review*, 2(6), 32-53. <https://doi.org/10.3847/AER2007017>
- Demirel, F. G. (2007). *İlköğretim 5. sınıf fen ve teknoloji dersinin "Dünya, Güneş ve Ay" ünitesinde işbirlikli öğrenme yönteminin öğrenci başarılarına ve derse olan tutumlarına etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dibattista, D., & Kurzawa, L. (2011). Examination of the quality of multiple-choice items on classroom tests. *Canadian Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 2(2), 4. <https://doi.org/10.5206/cjsotl-rcacea.2011.2.4>.
- Dicovski, E., Iglesias, M., Karaseur, F., Gangui, A., Cabrera, J., & Godoy, E. (2012). El problema de la posición del observador y el movimiento tridimensional en la explicación de las fases de la Luna en docentes de primaria en formación. In: *Actas de las III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. La Plata, Argentina: National University of La Plata. p219-230.
- Douglas, M., Wilson, J., & Ennis, S. (2012). Multiple-choice question tests: a convenient, flexible and effective learning tool? A case study. *Innovations in Education and Teaching International*, 49(2), 111-121. <https://doi.org/10.1080/14703297.2012.677596>

- Düşkün, İ. (2011). *Güneş-Dünya-Ay modeli geliştirilmesi ve fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi eğitimindeki akademik başarılarına etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Erdoğan, S. (2010). *Dünya, Güneş ve Ay konusunun ilköğretim 5. sınıf öğrencilerine bilimsel tartışma odaklı yöntem ile öğretilmesinin öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve tartışmaya katılma istekleri üzerine etkisinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Uşak Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uşak.
- Fraenkel, J. K., & Wallen, N. E. (1996). *How to design and evaluate research in education* (3. edition). New York: McGraw-Hill Inc.
- Galperin, D., Prieto, L., & Heredia, L. (2018). Concepciones de docentes sobre las causas de los fenómenos astronómicos cotidianos. In: Papini, M., (Ed.), *Las Ciencias de la Naturaleza y la Matemática en el Aula: Nuevos Desafíos y Paradigmas*. Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. p116-128.
- Galperin, D., & Raviolo, A. (2019). Reference frames and astronomy teaching: the development of a topocentric approach to the lunar phases. *Science Education International*, 30(1), 28-37.
- Glass, L. A., & Sinha, N. (2013). Multiple-choice questioning is an efficient instructional methodology that may be widely implemented in academic courses to improve exam performance. *Current Directions in Psychological Science*, 22(6), 471-477. <https://doi.org/10.1177/0963721413495870>
- Golvardi Yazdi, M., Haghighat Shoar, M., Sobhani, Gh., Vafi Sani, F., Khoshkholgh, R., Mousavi Bazaz, N., & Mansourzadeh, A. (2021). Factors affecting students' guesswork in multiple-choice questions and corrective strategies. *Medical Education Bulletin*, 2(4), 341-349. <https://doi.org/10.22034/MEB.2021.312176.1032>
- Güler, M. (2017). The effect of goal orientation on student achievement. In E. Karadag (Ed.), *The factors effecting student achievement* (pp. 291–307). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56083-0_18.
- Haladyna, T. M. (2004). *Developing and validating multiple-choice test items*. Routledge.
- Ibbett, L. N., & Wheldon, J. B. (2016). The incidence of clueing in multiple choice test bank questions in accounting: Some evidence from Australia. *e-Journal of Business Education and Scholarship of Teaching*, 10(1), 20-35.
- Kan, A. (2009). Ölçme araçlarında bulunması gereken nitelikler, Hakan Atılğan (Ed.). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Anı Yayıncılık.
- Karaman, P. (2020). Temel kavramlar. İçinde F. Orçan (Ed.), *Sosyal bilimlerde istatistik Excel ve SPSS uygulamaları* (ss. 27-52). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Kanlı, U. (2014). A study on identifying the misconceptions of pre-service and in-service teachers about basic astronomy concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(5), 471–479. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1120a>
- Karamustafaoğlu, S., & Tutar, M. (2016). 6. sınıf Dünya'mız, Ay ve yaşam kaynağımız Güneş ünitesine yönelik bir başarı testi geliştirme. *Eğitim Bilimlerinde Yenilikler ve Nitelik Arayışı* (ss. 303-320), Ö. Demirel ve S. Dinçer (Ed.), Pegem Akademi Yayınları, Ankara.
- Little, J. L., & Bjork, E. L. (2015). Optimizing multiple-choice tests as tools for learning. *Memory & Cognition*, 43(1), 14–26. <https://doi.org/10.3758/s13421-014-0452-8>

- Moore, P. (2000). *The data book of astronomy*. Institute of Physics Publishing.
- Navarro Pastor, M. (2009). *Aprendizaje y enseñanza de astronomía diurna en primaria* (Doctoral dissertation, Universitat d'Alacant/Universidad de Alicante).
- Netemeyer, R. G., Bearden, W. O., & Sharma, S. (2003). *Scaling Procedures: Issues and Applications*. Sage Publications, Inc Thousand Oaks, California.
- Nicol, D. (2007). E-assessment by design: Using multiple-choice tests to good effect. *Journal of Further and Higher Education*, 31(1), 53-64. <https://doi.org/10.1080/03098770601167922>.
- Polat, M. (2020). Analysis of multiple-choice versus open-ended questions in language tests according to different cognitive domain levels. *Novitas-ROYAL (Research on Youth and Language)*, 14(2), 76-96.
- Scott, M., Stelzer, T., & Gladding, G. (2006). Evaluating multiple-choice exams in large introductory physics courses. *Physical Review Special Topics-physics Education Research*, 2(2), 020102. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.2.020102>
- Shuttleworth, M. (2016). *Content validity*. <https://explorable.com/contentvalidity.html> adresinden 23.08.2022 tarihinde elde edilmiştir.
- Slepkov, A. D., & Godfrey, A. T. K. (2019). Partial credit in answer-until-correct multiple-choice tests deployed in a classroom setting. *Applied Measurement in Education*, 32(2), 138–150. <https://doi.org/10.1080/08957347.2019.1577249>.
- Sontay, G., & Karamustafaoğlu, O. (2020). Fen bilimleri dersi “Güneş, Dünya ve Ay” ünitesine yönelik başarı testinin geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(2), 511-551.
- Stahly, L., Krockover, G., & Shepardson, D. (1999). Third grade students’ ideas about the lunar phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 159-177. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199902\)36:2%3C159::AID-TEA4%3E3.0.CO;2-Y](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199902)36:2%3C159::AID-TEA4%3E3.0.CO;2-Y)
- Suskie, L. (2018). *Assessing student learning: A common sense guide*. John Wiley.
- Suzuki, M. (2003). Conversations about the moon with prospective teachers in Japan. *Science Education*, 87(6), 892-910. <https://doi.org/10.1002/sce.10082>
- Taşcan, M., & Ünal, İ. (2020). Fen Bilgisi Öğretmenlerine Göre Ay’ın Hareketleri ve Evreleri ile Güneş, Dünya, Ay Konularının Öğretimi. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(2), 75-97. <https://doi.org/10.47714/uebt.738066>
- Tobias, S., & Raphael, J. B. (1996). In-class examinations in college-level science: New theory, new practice. *Journal of Science Education and Technology*, 5(4), 311–320. <https://doi.org/10.1007/BF01677127>
- Trumper, R. (2001). Assessing students’ basic astronomy conceptions from junior high school through university. *Australian Science Teachers Journal*, 47(1), 21-31.
- Wells, C. S., & Wollack, J. A. (2003). *An instructor’s guide to understanding test reliability*. Testing and Evaluation Services, University of Wisconsin.

Wendler, C. L., & Walker, M. E. (2006). Practical issues in designing and maintaining multiple test forms for large-scale programs. In Downing, S. M., & Haladyna, T. M. (Eds.), *Handbook of test development* (pp. 445-467). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Extended Abstract

Introduction

In astronomy education, it is stated that the phases of the Moon and eclipses have a complex scientific process (Comins, 2001). In the literature, there is no multiple-choice test that requires spatial thinking including the phases of the Moon and eclipses. Therefore, in this study, it was aimed to develop an achievement test for pre-service science teachers on the phases and eclipses of the Moon, which are important to understand in daily life, especially in astronomy education, physics education and science education.

Design and Methodology

In the study, qualitative research designs were utilised by taking expert opinion to determine the content validity of the test (Shuttleworth, 2016). At the point of determining the validity and reliability of the achievement test, the survey model, one of the quantitative research designs, was used. The sample of the study consisted of 101 3rd and 4th grade science teacher candidates continuing their undergraduate science teaching education in Malatya and Elazığ provinces. Purposive sampling method, one of the non-random sampling methods, was preferred in sample selection. The phases of the Moon and eclipses are taught in the 3rd grade under the name of astronomy course in the science teacher education undergraduate programme. In this study, the academic achievement test on the phases of the Moon and eclipses developed by the researchers was used as a data collection tool. The development stages of the achievement test are explained in detail below.

The following steps were followed to develop an achievement test:

- Firstly, the purpose of the test was determined.
- Outcomes, topics and subtopics were determined.
- Question pool was created.
- Expert opinion was taken for validity analysis.
- Pilot application was conducted.
- Item analysis. Item analysis was performed with SPSS, TAP and Microsoft Excell programmes. In item analysis, item difficulty and discrimination indexes were examined.
- The reliability coefficient of the test was calculated and finalised.

Results

The data obtained from the 23-question achievement test piloted were first subjected to descriptive analysis. By looking at the skewness and kurtosis coefficients of the data, it was concluded that the data set showed a normal distribution (0.147/ -0.562). The fact that the skewness and kurtosis values are between +1.00 and -1.00 and that the mean and median values are close to each other indicates that the test shows normal distribution (Kan, 2009; Karaman, 2020). Then, the item analyses of 23 questions were performed. For this, item difficulty and item discrimination indices were analysed. Item difficulty is the percentage or probability of test takers answering the item correctly. Item discrimination

is the tendency of an item to be answered correctly by test takers who are strong in terms of the skill or knowledge to be measured and to be answered incorrectly by test takers who are not strong in this respect. Three questions with low item discrimination were removed from the test respectively (23, 5 and 10). Item difficulty and item discrimination indices of the remaining 20 questions were at acceptable levels. The distractor analyses of the three questions removed from the test were performed and the reasons for their removal from the test were discussed. Finally, the reliability coefficient of the remaining 20 questions was calculated. The KR-20 reliability coefficient of the Moon phases and eclipses test was calculated as 0.717. It is available in the literature that the minimum value of the reliability coefficient in any test is expected to be 0.70 (Wells and Wollack, 2003). According to this reference value, it can be said that the reliability coefficients of the test are sufficient for the whole test.

Discussion and Conclusion

In this study, it was aimed to develop a valid and reliable test to determine the achievement levels and cognitive skills of pre-service science teachers on the phases of the Moon and eclipses. Since both qualitative and quantitative processes were included in the study, mixed design method was utilised (Creswell ve Creswell, 2014). In the process of developing the test, firstly the theoretical framework was determined and the behaviours to be measured were identified. For the topic of the phases of the Moon and eclipses, subtopics were created since the expression "Movements of the Earth, Moon and Sun" was mentioned. The phases of the Moon and eclipses test was initially prepared as a multiple-choice test consisting of 28 items according to these subtopics. After the draft question items were written, expert opinion was taken for content and face validity. In the expert opinion, the recommended corrections were made to the test items and 5 questions were removed because they did not provide the content validity of the test. After the pilot application of the test, item analysis was performed for the construct validity of the test. After the item analysis, 3 more items were removed from the test. There remained 20 items in the test that met the necessary validity and reliability criteria. It was aimed to produce a post-test with the optimum number of items that met the necessary reliability and validity criteria. When the average discrimination indices of the Moon phases and eclipses test were analysed, it was concluded that the test was highly discriminative (Crocker and Algina, 1986). It was concluded that the average difficulty index of the test was at medium level. The fact that the test has an average difficulty level means that it increases the variance. In this way, it can be interpreted that the test is effective in distinguishing the lower and upper group students from each other (Crocker and Algina, 1986; Wendler and Walker, 2006). Finally, reliability analysis was performed for the phases of the Moon and eclipses test. The result of the reliability analysis over KR-20 was positive (Wells and Wollack, 2003). As a result, it can be said that the 20-item test is useful, valid and reliable in measuring the cognitive abilities of university students in science education on the phases of the Moon and eclipses.

EK-1

AY'IN EVRELERİ VE TUTULMALAR BAŞARI TESTİ

- 1) Ay'ın Dünya etrafındaki dolanımı sırasında her yeniay ve dolunay evrelerinde tutulma yaşanmamasının temel nedeni nedir?
 - A) Dünya'nın Güneş'ten çok küçük olması nedeniyle Güneş ışığının Ay'ın yüzeyine düşmesini engelleyememesi.
 - B) Ay'ın Güneş'ten çok uzakta olması nedeniyle Dünya'nın gölge konisi içine girememesi.
 - C) Dünya'nın ve Ay'ın yörünge düzlemleri arasında $5^{\circ} 9'$ gibi bir açının var olması ve Ay'ın düğüm noktalarında bulunmaması.
 - D) Dünya'nın Güneş etrafındaki dolanma hızının yüksek olması.
 - E) Dünya ve Ay'ın dolanma periyotlarının aynı olmaması.
- 2) Güneş'ten aldığı ışığı Dünya'mıza yansıtan ve bu şekilde gözlemlenen Ay, farklı şekillerde gözlemlenir. Aşağıda Dünya ve Ay'ın Güneş'e göre konumlarını belirten görseller verilmiştir.



Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3



Şekil 4

Bu görsellere göre Ay'ın Dünya'dan görülen evrelerinin isimleri aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak sıralanmıştır?

	Şekil 1	Şekil 2	Şekil 3	Şekil 4
A)	İlk dördün	Dolunay	Yeniay	Son dördün
B)	Son dördün	Dolunay	Yeniay	İlk dördün
C)	İlk dördün	Yeniay	Dolunay	Son dördün
D)	Son dördün	Yeniay	Dolunay	İlk dördün
E)	İlk dördün	Hilal	Dolunay	Son dördün

- 3) Ay Güneş'ten 15 saat sonra doğuyorsa hangi evrededir?
 - A) İlk dördün
 - B) Dolunay-Son dördün arasında
 - C) Dolunay
 - D) İlk dördün-Dolunay arasında
 - E) Son dördün
- 4) Ay'ın evreleri ile ilgili tanımlamalardan hangisi yanlıştır?
 - A) Ay'ın Dünya'ya bakan yüzünün karanlık olduğu evre yeniay evresidir.
 - B) Güneş, Dünya ve Ay'ın birbirlerine göre konumları sürekli değiştiği için Ay'ın evreleri oluşmaktadır.
 - C) Ay'ın yeniay evresinde Dünya, Ay ve Güneş hemen hemen aynı doğrultudadır.
 - D) Dolunay evresinde Güneş batarken Ay doğuda ufukumuzun üstüne çıkar ve aydınlık olan kısmın tamamı görülür.
 - E) Ay'ın ilkdördün ve son dördün evresinde sağ veya sol yarısının aydınlık görülme durumu, Kuzey ve Güney yarım kürede yaşayan insanlar için aynıdır.

- 5) Ay tutulması ve Güneş tutulması ile ilgili verilen;
- Güneş tutulmasının gerçekleştiği anda Ay, yeniay evresinde bulunmaktadır.
 - Ay dolunay evresindeyken Yer'in gölge konisinin bir kısmından geçerse Ay tutulması gerçekleşir.
 - Güneş, Dünya ve Ay'ın aynı doğrultuda olduğu her dönemde Güneş tutulması gözlenir.
 - Ay, Dünya'nın gölge konisine girerek Güneş'ten ışık alamadığı durumda Ay Tutulması meydana gelir.
- ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I, II ve III C) I, II ve IV D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

- 6) Yılın hangi ayında Güneş'in görünür çapı en küçük olur.

A) Temmuz B) Aralık C) Eylül D) Ocak E) Mart

- 7) Aşağıdakilerden hangisi Ay'ın ilk dördün ile dolunay evreleri arasındaki görünümüdür?



- 8) Aşağıdaki görselde Ay'ın evrelerinden biri verilmiştir.



Buna göre aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

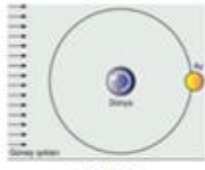
- A) Dolunaydan sonra oluşan ana evredir. B) Ay Güneş'ten ortalama 18 saat geri kalmıştır.
C) Ay gece yarısında doğar. D) İlk hilal durumundan ortalama 7 gün sonra oluşur.
E) Güneş doğarken meridyenimiz üzerindedir.

- 9) Bazı durumlarda Yer-Ay-Güneş tam olarak bir doğru boyunca sıralanmasına rağmen, Ay'ın tam gölge konisinin tepe noktası yer yüzeyine kadar erişemez. Bu durum Ay'ın yörüngesi üzerindeki enöte noktasında veya en öte noktasının yakınında yer alması halinde gerçekleşebilir. Bu koşul altında tutulma ortasında Ay'ın görünen diskini boyutları Güneş'in görünen diskini tam olarak örtemez.

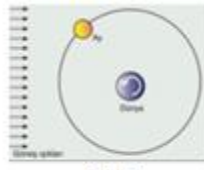
Aşağıdakilerden hangisi bu tutulma şeklidir?

- A) Parçalı Güneş Tutulması B) Parçalı Ay Tutulması C) Tam Güneş Tutulması
D) Yarı Gölge Ay Tutulması E) Halkalı Güneş Tutulması

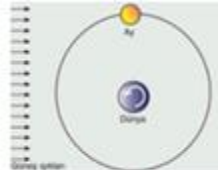
10) Ay ve Dünya'nın konumuna göre sırasıyla Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'e göre Ay'ın Dünya'dan görünüşü hangi seçenekte sırasıyla doğru verilmiştir?



Şekil 1



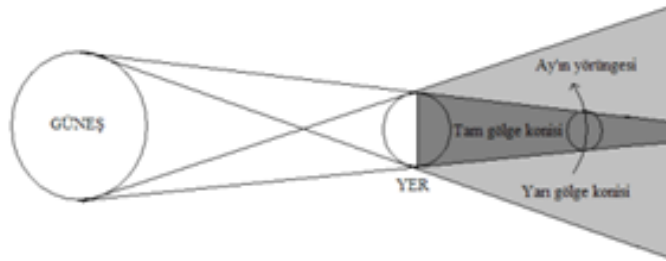
Şekil 2



Şekil 3

- A) Dolunay–Hilal–Son dördün B) Yeniay–Hilal–İlk dördün C) Dolunay–Şişkinay–İlk dördün
D) Dolunay–Hilal–İlk dördün E) Yeniay–Şişkinay–Son dördün

11) Aşağıdaki şekilde verilen tutulma çeşidi ile ilgili verilenlerden hangisi yanlıştır?

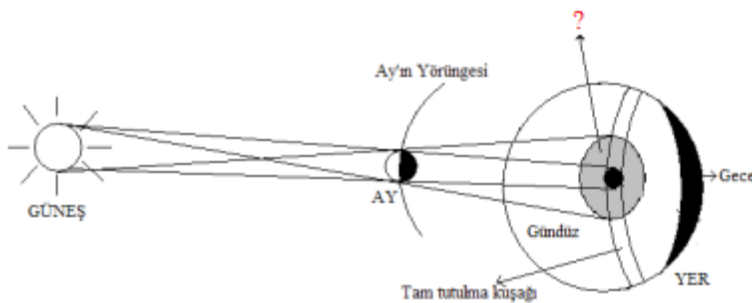


- A) Ay'ın dolunay evresinde gerçekleşir.
B) Tam tutulma gerçekleşir.
C) Dünya'nın gölgesinin Ay üzerine düşmesi sonucu meydana gelir.
D) Ay ve Dünya'nın yörünge düzlemlerinin çakışması sonucu meydana gelir.
E) Bu tutulma çeşidinde Ay'ın üzerinde tutulma hattı oluşur.

12) Ay'ın evreleri ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

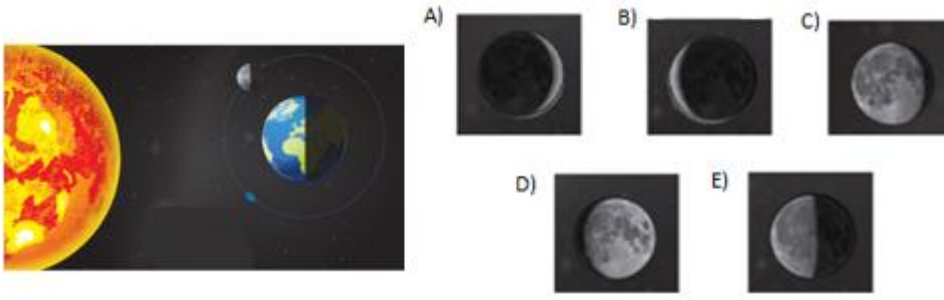
- A) Son dördün evresinden sonra her geçen gün Ay'ın aydınlanan kısmı artar.
B) Dolunay evresinde Ay Güneş'ten 6 saat sonra doğar.
C) İlk dördün evresinde Ay Güneş'ten 6 saat geri kalmıştır.
D) Yeniay evresinde Dünya, Ay ile Güneş arasındadır.
E) İlk dördün evresinde Kuzey yarım küredeki bir kişi için Ay'ın sol tarafı aydınlıktır.

13) Aşağıda verilen tutulma çeşidinde soru işareti ile gösterilen alandaki tutulma türü aşağıdakilerden hangisidir?



- A) Parçalı Güneş Tutulması B) Hibrit Güneş Tutulması C) Tam Güneş Tutulması
D) Yarı Gölge Ay Tutulması E) Halkalı Güneş Tutulması

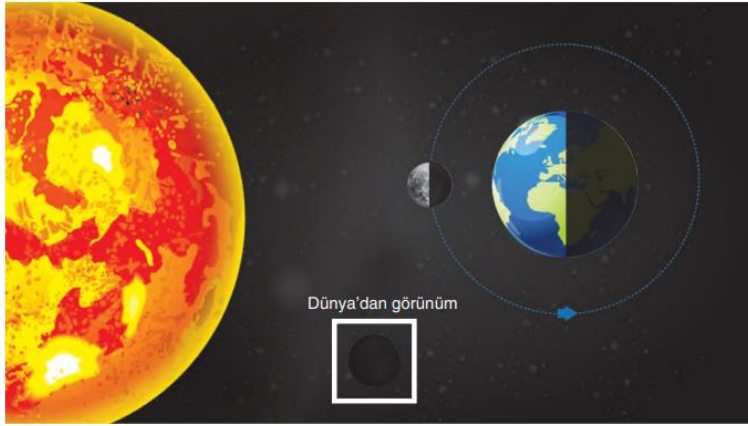
14) Aşağıdaki şekle göre Ay'ın Dünya'dan görünümü nasıl olur?



15) Herhangi bir zamanda Ay'ı gözlemleyen bir gözlemci Ay'ın dolunay evresinde olduğunu gözlemlemiştir. Ay'ı dolunay evresinden yeniay evresine kadar takip eden gözlemci

- I. Şişkin Ay II. Hilal III. İlk Dördün IV. Son Dördün evrelerinden hangilerini gözlemleyebilir?
- A) I ve II B) I ve IV C) I, II ve III D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

16) Ay'ın Dünya'dan görünen evresi için verilenlerden hangisi doğrudur?



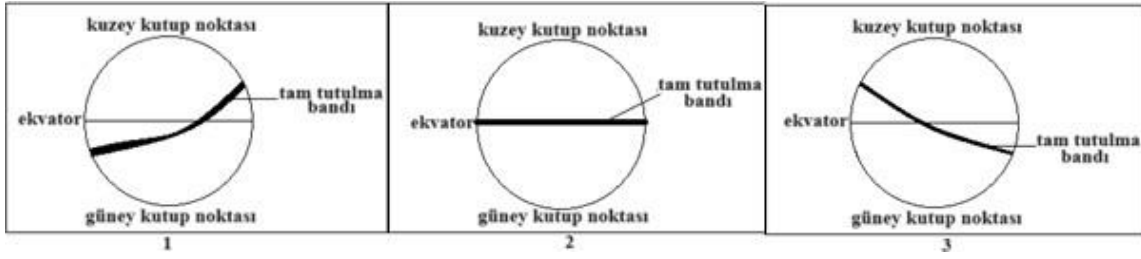
- A) Bu evrede Ay Güneş ile beraber doğar ve Güneş ile beraber batar.
- B) Ay'ın aydınlık yüzü Dünya'ya dönüktür.
- C) Ay ile Güneş arasındaki açı yaklaşık 90° dir.
- D) Ay tutulması bu evrede gözlenir.
- E) Gün batarken Ay meridyenimiz üzerinde bulunur.

17) Aşağıda 2019 yılı Ağustos ayı içinde Ay'ın bazı evrelerinin görünümünü gösteren takvim verilmiştir. Buna göre son dördün evresi hangi tarihte gözlemlenmiş olabilir?

- A) 27 Ağustos Salı
- B) 22 Ağustos Perşembe
- C) 7 Ağustos Çarşamba
- D) 19 Ağustos Pazartesi
- E) 14 Ağustos Çarşamba

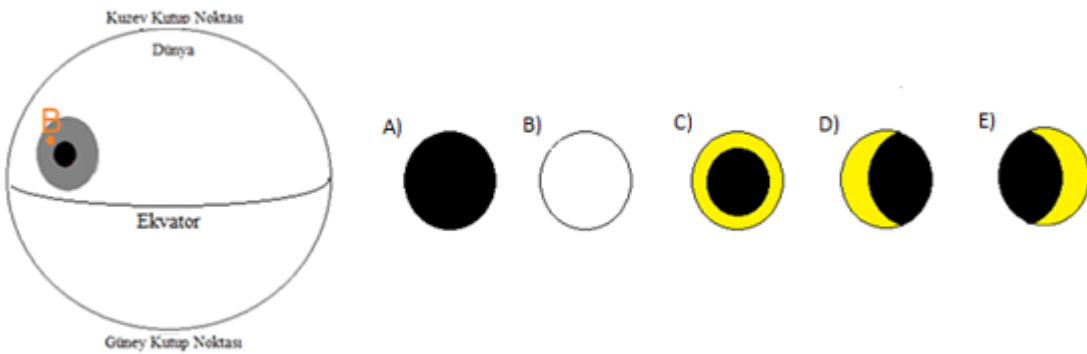
Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
			1 Yeni ay	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30 Yeni ay	31	

18) Ay'ın Dünya etrafında dolanma yörüngesinin eğimi, ekliptik düzlem ile çakışık olsaydı, tutulum bandının Dünya üzerindeki izlediği yol aşağıda verilen numaralı görsellerden hangisi gibi olamazdı?



- A) Yalnız 1 B) Yalnız 2 C) Yalnız 3 D) 1 ve 3 E) 2 ve 3

19) Aşağıda tam Güneş tutulması esnasında çekilen bir fotoğraf verilmiştir. Buna göre Dünya üzerinde belirtilen B noktasından Güneş tutulması nasıl görülür?



20) Güneş ve Ay tutulmalarının Dünya'dan gözlemlenebilme alanları ve tutulma sürelerine ilişkin aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Güneş tutulması Dünya'nın her yerinden gözlemlenebilir ve tutulma süresi çok kısadır.
B) Ay tutulması Dünya'nın her yerinden gözlenmez ancak tutulma gerçekleşen yerlerde tutulma süresi uzundur.
C) Güneş tutulması gündüzü yaşayan her yerden gözlemlenebilir ve tutulma süresi uzundur.
D) Ay tutulması Dünya'da gece olan her yerde gözlemlenebilir ve tutulma süresi uzundur.
E) Güneş tutulması Dünya'da gündüz olan her yerden gözlemlenemez ancak tutulma gerçekleşen yerlerde tutulma süresi uzundur.