



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

ASTRONOMİ STANDARTLARI TESTİ (TOAST)'UN
TÜRKÇE'YE UYARLAMA ÇALIŞMASI

Zeynep AVCI

Yüksek Lisans

Ankara, 2023



Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

Daha ileriye... En İyeye...



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

ASTRONOMİ STANDARTLARI TESTİ (TOAST)'UN

TÜRKÇE'YE UYARLAMA ÇALIŞMASI

TURKISH ADAPTATION STUDY OF THE TEST OF ASTRONOMY STANDARDS (TOAST)

Zeynep AVCI

Yüksek Lisans

Ankara, 2023

Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Zeynep AVCI'nın hazırladığı "Astronomi Standartları Testi (TOAST)'un Türkçe'ye Uyarlama Çalışması" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı

Doç. Dr. Sema ÇILDIR

Jüri Üyesi (Danışman)

Prof. Dr. Ahmet İlhan ŞEN

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Özlem OKTAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 09 / 10 / 2023 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca / / tarihi itibarıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İsmail Hakkı MİRİCİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Öz

Astronomi Standartları Testi (TOAST)'un Türkçe'ye uyarlama çalışması, TOAST 'un Türkiye koşullarında geçerliliğini ve güvenilirliğini belirlemeyi amaçlayan bir çalışmadır. TOAST, öğrencilerin genel astronomi içerik bilgilerini ölçmek için tasarlanmış kapsamlı bir değerlendirme aracıdır. 27 maddelik, çoktan seçmeli formatta, kriter referanslı bir test olan TOAST, bir veya iki dönemlik astronomiye giriş derslerinde yaygın olarak öğretilen konuların tamamını ve de uluslararası bilim eğitimi standartlarında açıklanan astronomi kavramlarını ele alan bir ölçektir. Orijinal dili İngilizce olan ölçek, anadili Türkçe olan katılımcılarda kullanılabilmesi amacıyla, anadili Türkçe olan bağımsız çevirmenler tarafından İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir. Gerekli çeviriler sonrasında test maddelerinin anlaşılabilirliğinin test edilmesi amacıyla, çoğunluğu temel astronomi eğitimi almış 396 kişilik bir gruba uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ölçek maddeleri yeniden düzenlenerek, önce Doğrulayıcı faktör analizi (DFA) yapılmış ve sonrasında ölçme aracı TOAST geçerlilik ve güvenilirlik çalışmasının yapılması için hazır hale getirilmiştir. Geçerlilik ve güvenilirlik çalışması sonucunda, TOAST'un 27 maddeden oluşan tek faktörlü yapısının Türkiye koşullarında 26 maddeden oluşan tek faktörlü bir model olarak doğrulanmıştır ve bu sonucun, alınan verilerle iyi düzeyde uyum sağladığı görülmüştür. Bu çalışma ile birlikte, TOAST ölçüm aracının Türkçe'ye uyarlanmış 26 maddesi, (1) Astronomi Eğitimi araştırmalarında kavram yanlışlarının tespiti, (2) temel astronomi eğitimi veya kurslarında, (3) bir-iki dönemlik astronomiye giriş derslerinin sonunda astronomi başarı testi olarak, (4) müfredat ve program geliştirmede ön test-son test olarak kullanılabileceği öngörülmektedir. Aynı zamanda bu çalışmanın Türkiye'deki Astronomi eğitimi araştırma ve çalışmalarına da ışık tutacağı düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: astronomi eğitimi, astronomi standartları testi, TOAST, ölçek uyarlama, fizik ve fen eğitimi

Abstract

The Turkish adaptation of the Astronomy Standards Test (TOAST) is a study that aims to determine the validity and reliability of TOAST within the context of the Republic of Türkiye. TOAST is a comprehensive assessment tool designed to measure students' general astronomy content knowledge. TOAST is a 27-item, multiple-choice format, criterion-referenced test that measures all of the topics commonly taught in one- or two-term introductory astronomy courses and astronomy concepts explained in international science education standards. The test was originally published in English but it was independently translated to Turkish by translators whose first language is Turkish so that native Turkish-speaking participants can be evaluated using the translated test.

After the necessary amendments to the Turkish translations, TOAST was applied to a group of 396 people, most of whom had basic astronomy training, in order to evaluate their understanding of the test items. Following the results obtained from the participants, the test items were revised: first a Confirmatory factor analysis (CFA) was conducted, and then the measurement tool TOAST was made ready for the validity and reliability study. The results of the validity and reliability study, which is a single-factor model of 26 items tailored for Türkiye, were found to be consistent with the results obtained from the single-factor structure of TOAST which is composed of 27 items. With this study, the 26-item Türkiye-specific TOAST measurement tool can be used (1) to detect misconceptions in Astronomy Education research, (2) as an astronomy achievement test in basic astronomy education or courses, (3) at the end of one or two semesters of introductory astronomy courses, and (4) as pre-test and post-test in curriculum and program development. It is also envisioned that this study will shed light on Astronomy education research and studies in Türkiye.

Keywords: astronomy education, astronomy standards test, TOAST, scale adaptation, physics education,

Teşekkür

Bu çalışmanın oluşmasında, o kadar çok edilecek teşekkür, o kadar çok dokunulmuş hayat ve paylaşılmış an var ki. Son bir yıl içinde Türkiye'nin genelinde yapmış olduğum 5'i aşkın 'Astronomi Eğitim Atölyesi' ne katılmış çoğunluğu Astronomi ve Fen & Fizik öğretmenliği bölümlerinden olan 396 değerli meslektaşım ve öğretmenlerime, başta bu yolda attığım her adımda bana ışık tutan Danışmanım Prof. Dr. Ahmet İlhan Şen olmak üzere, bana görüşleri ile uzmanlık desteği ve motivasyon veren Hocalarım Doç. Dr. Özlem Oktay, Prof. Dr. Faruk Soyduğan, Prof. Dr. Selim Osman Selam, Prof. Dr. Hüseyin Küçüközer, Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül F. Teker, Dr. Öğr. Üyesi Sinan Aliş, Doç. Dr. Sema Çıldır, Gökmen Uzay ve Havacılık Eğitim Merkezi (GUHEM)'den Halit Mirahmetoğlu ve Alp Akoğlu'na, veri toplama sürecinde desteğini esirgemeyen sevgili meslektaşlarım Araş. Gör. Süleyman Fişek ve Astronomi Eğitmcisi Mahmut Tekeş'e, bana bu çalışmayı yapmamda destek verip yol gösteren Stephanie J. Slater ve arkadaşlarına ve son olarak hikâyenin gizli kahramanları olup, beni her koşulda destekleyen sevgili anneciğim Sevinç Avcı ve eşim Claude Mamo'ya sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

İçindekiler

Kabul ve Onay	ii
Öz	iii
Abstract	iv
Teşekkür	v
Tablolar Dizini	vii
Şekiller Dizini	x
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini	xiii
Bölüm 1 Giriş	1
Problem Durumu	1
Problem Cümlesi	2
Tanımlar	2
Sayıtlılar	3
Sınırlılıklar	3
Bölüm 2 Genel Bilgiler	4
Kavram Yanılgıları	4
Astronomi Eğitimi ve Önemi	6
Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesi ve Ölçüm Araçlarında Dikkat Edilmesi Gerekenler	9
Bölüm 3 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar	12
Bölüm 4 Yöntem	17
Araştırmanın Türü	17
Araştırmanın Evreni ve Örneklemi	17

Çeviri Çalışması	17
Veri Toplama Aracı <i>Astronomi Standartları Testi (TOAST)</i>	18
Veri Toplama Süreci	19
Veri Analizi	20
Bölüm 5 Bulgular	22
Doğrulayıcı Faktör Analiz Sonuçları.....	23
Madde Analizi	26
Seçenek ve Çeldirici Analizi	27
Güvenirlilik Analizi	67
Bölüm 6 Sonuçlar ve Öneriler.....	68
Kaynaklar.....	72
EK-A: ASTRONOMİ STANDARTLARI TESTİ (TOAST) VERİ FORMU	89
EK-B: TEST OF ASTRONOMY STANDARDS (TOAST)	104
EK-C: Araştırma Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu/ Araştırma Etik Komisyonu Onay Bildirimi	109
EK-Ç: Etik Beyanı	110
EK-D: Yüksek Lisans Tez Çalışması Orijinallik Raporu	111
EK-E: Thesis Originality Report.....	112
EK-F: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı	113

Tablo 1 Araştırmaya Katılan Kişilere İlişkin Sosyo-Demografik Bilgiler	22
Tablo 2 DFA Uyum İyiliği Değerleri	25
Tablo 3 TOAST Test Maddelerinin Madde Güçlük ve Ayır Edicilik İndeksleri	27
Tablo 4 Madde 1'e ilişkin seçenek analizi	28
Tablo 5 Madde 2'ye ilişkin seçenek analizi	30
Tablo 6 Madde 3'e ilişkin seçenek analizi	31
Tablo 7 Madde 4'e ilişkin seçenek analizi	33
Tablo 8 Madde 5'e ilişkin seçenek analizi	34
Tablo 9 Madde 6'ya ilişkin seçenek analizi	35
Tablo 10 Madde 7'e ilişkin seçenek analizi	37
Tablo 11 Madde 8'e ilişkin seçenek analizi	38
Tablo 12 Madde 9'e ilişkin seçenek analizi	40
Tablo 13 Madde 10'e ilişkin seçenek analizi	41
Tablo 17 Madde 14'e ilişkin seçenek analizi	47
Tablo 18 Madde 15'e ilişkin seçenek analizi	49
Tablo 19 Madde 16'e ilişkin seçenek analizi	51
Tablo 20 Madde 17'e ilişkin seçenek analizi	52
Tablo 21 Madde 18'e ilişkin seçenek analizi	53
Tablo 22 Madde 19'e ilişkin seçenek analizi	55
Tablo 23 Madde 20'e ilişkin seçenek analizi	56
Tablo 24 Madde 21'e ilişkin seçenek analizi	58
Tablo 25 Madde 22'e ilişkin seçenek analizi	59

Tablo 26 <i>Madde 23'e ilişkin seçenek analizi</i>	61
Tablo 27 <i>Madde 24'e ilişkin seçenek analizi</i>	62
Tablo 28 <i>Madde 25'e ilişkin seçenek analizi</i>	63
Tablo 29 <i>Madde 26'e ilişkin seçenek analizi</i>	64
Tablo 30 <i>Madde 27'e ilişkin seçenek analizi</i>	66



Şekiller Dizini

Şekil 1 <i>TOAST Doğrulayıcı Faktör Analizi Modeli</i>	24
Şekil 2 <i>TOAST ölçeğinin 1. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği</i>	29
Şekil 3 <i>TOAST ölçeğinin 2. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği</i>	30
Şekil 4 <i>TOAST ölçeğinin 3. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği</i>	32
Şekil 5 <i>TOAST ölçeğinin 4. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği</i>	33
Şekil 6 <i>TOAST ölçeğinin 5. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği</i>	35
Şekil 7 <i>TOAST ölçeğinin 6. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği</i>	36
Şekil 8 <i>TOAST ölçeğinin 7. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği</i>	37
Şekil 9 <i>TOAST ölçeğinin 8. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği</i>	39
Şekil 10 <i>TOAST ölçeğinin 9. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği</i>	40
Şekil 11 <i>TOAST ölçeğinin 10. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği</i>	42

Şekil 12 TOAST ölçeğinin 11. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği	44
Şekil 13 TOAST ölçeğinin 12. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği	45
Şekil 14 TOAST ölçeğinin 13. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği	46
Şekil 15 TOAST ölçeğinin 14. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği	48
Şekil 16 TOAST ölçeğinin 15. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği	49
Şekil 17 TOAST ölçeğinin 16. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği	51
Şekil 18 TOAST ölçeğinin 17. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği	52
Şekil 19 TOAST ölçeğinin 18. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği	53
Şekil 20 TOAST ölçeğinin 19. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği	55
Şekil 21 TOAST ölçeğinin 20. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği	57
Şekil 22 TOAST ölçeğinin 21. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği	58
Şekil 23 TOAST ölçeğinin 22. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği	60

Şekil 24 TOAST ölçeğinin 23. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği	61
Şekil 25 TOAST ölçeğinin 24. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği	62
Şekil 26 TOAST ölçeğinin 25. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği	64
Şekil 27 TOAST ölçeğinin 26. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği	65
Şekil 28 TOAST ölçeğinin 27. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği	66

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

TOAST: Test of Astronomy Standards (Astronomi Standartları Testi)

ADT2: Astronomy Diagnostic Test 2 (Astronomi Teşhis Testi 2)

LPCI: Lunar Properties Concept Inventory (Ay Özellikleri Konsept Envanteri)

GECI: Greenhouse Effect Concept Inventory (Sera Etkisi Kavram Envanteri)

LSCI: Light and Spectra Concept Inventory (Işık ve Spektrum Kavramı Envanteri)

SPCI: Star Properties Concept Inventory (Yıldız Özellikleri Konsept Envanteri)

NGCI: Newtonian Gravity Concept Inventory (Newton Yerçekimi Kavram Envanteri)

RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation (Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü)

SRMR: Standardized Root Mean Square Residual (Standardize edilmiş Ortalamaların Karekökü)

CFI: Comparative Fit Index (Karşılaştırmalı Uyum İndeksi)

GFI: Goodness-of-Fit Index (İyilik Uyum İndeksi)

AGFI: Adjusted Goodness-of-Fit-Index (Düzenlenmiş İyilik Uyum İndeksi)

NFI: Normed Fit Index (Normlaştırılmış Uyum İndeksi)

Bölüm 1

Giriş

Çalışmanın ilk bölümünde, çalışma problemi ve özelliklerine dikkat çekilirken ikinci bölümde ise bu çalışmanın yapılmasına bir alt yapı oluşturan “kavram yanılgıları”, “astronomi eğitimi ve önemi”, “kavram yanılgılarının tespit edilmesi ve ölçüm araçlarında dikkat edilmesi gerekenler” konu başlıkları ile problemin önemine dikkat çekilmiştir.

Problem Durumu

Türk Eğitim Sistemi incelendiğinde, fen ve fizik derslerinin öğretiminde genellikle geleneksel öğretim yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir (Emrahoğlu ve Öztürk, 2009). Geleneksel öğretim yöntemi, çoğu kez öğretmen merkezli ve düz anlatıma dayanan bir yöntem olduğundan, öğrenciler, bilgiyi bir bütün olarak ve anlamlandırarak bilişsel yapılarına yerleştirmede yetersiz kalmaktadırlar. Bu nedenle; kavramların ağırlıklı olduğu fen ve fizik derslerinde öğrenme zorlukları ile karşılaşmaktadır. Literatür araştırmaları da bunu desteklemekte, öğrencilerin fen ve fizik derslerinde özellikle de astronomi alanındaki konularda çok sayıda kavram yanılgılarına sahip olduklarını göstermektedir (Emrahoğlu ve Öztürk, 2009).

Türkiye’deki astronomi eğitimi üzerine yapılmış araştırmalara bakıldığında, “Genel Astronomi Eğitimi” konularının tamamını içeren bir başarı testinin olmadığına farkına varılmış ve aynı zamanda genel astronomi kavramlarının bütününe içeren kavram yanılgılarını ölçen bir aracın olmaması gibi temel iki eksikliğin fark edilmesi sonucunda da genel astronomi konularını içeren üçüncü nesil olarak geliştirilmiş en son astronomi başarı testi olan Astronomi Standartları Testi (TOAST)’un Türkçe’ye uyarlama çalışmasının yapılması uygun görülmüştür.

Bu araştırmada, Astronomi Standartları Testi (TOAST) aracının, Türkçe'ye uyarlama çalışması yapılmış, Türk kültürüne olan uygunluğuna bakılmış ve örneklem grubunun verdiği cevaplara göre testin madde geçerliliği ve gvelnilirliliği analizleri yapılmıştır.

Problem Cümlesi

Bu çalışmanın amacı doğrultusunda şu sorulara cevap aranacaktır:

1. Türkçe'ye uyarlanan "Astronomi Standartları Testi (TOAST)" un geçerlilik düzeyi nedir?
2. Türkçe'ye uyarlanan "Astronomi Standartları Testi (TOAST)" un güvenirlilik düzeyi nedir?

Tanımlar

Kavram

Kavramlar benzer özelliklere sahip nesne görüş ve olaylar için geliştirilen ortak isimlendirmelerdir ve bilginin temel yapıtaşlarını oluştururlar. Gözlemlerimiz ve deneyimlerimiz sonucunda kazanılan bilgiler bu sayede gruplandırılır ve sistematik olarak yapılandırılır (Kaptan, 1999).

Kavram Yanılığları

Kavram yanılığları, bireylerin yaşadıkları dünyayı anlama ve çevrelerindeki olayları açıklamak amacıyla deneyimleri yoluyla edindikleri yanılış bilgilerdir (zkan ve ark., 2001). Kavram yanılığı terimi, bazı sözlüklerde yanılış anlama olarak da geçmektedir ve kavramsallaştırmanın yanılış, eksik yapılması anlamına gelmektedir (Koray ve ark., 2007).

Sayıtlılar

1. “Temel Astronomi” konuları ile ilgili Türkçeye uyarlanmış Astronomi Standartları Testi (TOAST) inceleyerek görüşlerini belirten uzmanların, görüşlerini yansız olarak belirttikleri varsayılmıştır.
2. Çoğunluğu Fen ve Fizik Öğretmenliği alanlarından olan örneklemin TOAST aracına verdikleri cevapların gerçek bilgilerini yansıttıkları varsayılmıştır.
3. TOAST veri analizi sonucunda yapılan incelemelerde görüşlerini belirten uzmanların yansız olarak düşüncelerini ifade ettikleri varsayılmıştır.

Sınırlılıklar

Bu araştırma,

1. 2022 – 2023 öğretim sonbahar, bahar ve yaz dönemi ile
2. Fen ve Fizik dersi kapsamındaki “Temel Astronomi” konularını içeren,
3. Türkiye'nin farklı illerinde yaşayan, örneklemin çoğunluğunun fizik ve fen öğretmenliği bölümlerinden oluştuğu, 396 (250 kadın –146 erkek) katılımcı ile sınırlıdır.

Bölüm 2

Genel Bilgiler

Bu bölümde, araştırma konusuna alt yapı oluşturacak; kavram yanılgıları, astronomi eğitimi ve önemi, kavram yanılgılarının tespit edilmesi ve ölçüm araçlarında dikkat edilmesi gereken unsurlar şeklinde konu başlıklarına yer verilmiştir.

Kavram Yanılgıları

Öğrenmenin tabiatı için çoğunlukla kabul edilen görüşlerden birisi de öğrenmenin kavramsal değişim süreci olduğudur. Öğrenme, öğrencilerin yeni fikirler kazanmalarıyla birlikte, sahip oldukları kavramları geliştirme, yani eskileri ile yenilerini yer değiştirme sürecidir. Kavramsal değişim öğrencilerde farklı oranlarda meydana gelen özgün bir süreçtir. Scott, Asoko ve Driver (1992), öğrenmeyi yeni bilgilerin aşama aşama üst-üste eklenmesinden ziyade, kavramsal değişim olarak tanımlamaktadır. Öğrenme yani kavramsal değişim, yeni bilgilerin edinilmesi ve varolan bilgilerin yeniden gözden geçirilerek düzenlenmesi ile başarıya ulaşır (Dykstra, Boyle ve Monarch, 1992; Eckstein ve Shemesh, 1993; Linder, 1993; Riche, 2000).

Öyle ise kavram nedir? Kavramlar, eşyaları, olayları, insanları ve düşünceleri benzerliklerine göre gruplandırıdığımızda gruplara verilen adlardır. Bir başka kavram tanımı, insan-dünya ilişkisini yansıtan tanımlara ait kategorilerin nitelikleri şeklindedir. Daha genel bir tanım ise, kavram, doğal dünyanın işleyişinin bir kısmını anlayabilmemizdir. Linder, kavramları hem yapısal olarak (nasıl niteliyor) hem de anlam (ne niteliyor) bakımından incelemiştir. Örnek olarak, bir fotonun ne olduğunu bilmek kadar onun nasıl davrandığını da anlamaya ihtiyacımız vardır (YÖK/DünyaBankası, 1997; Linder, 1993; Kluegel, 1999; Riche, 2000).

Kavramlar, bilgilerin yapı taslarını, kavramsal ilişkiler de bilimsel ilkeleri oluşturur. Örnek olarak, kinetik ve potansiyel enerji kavramlarından mekanik enerji kavramı geliştirilmiş ve daha sonra da mekanik enerjinin korunum kanunu ortaya konulmuştur. İnsanlar, çocukluklarından başlayarak düşüncenin soyut birimleri olan kavramları ve onların adları olan sözcükleri öğrenir, kavramları sınıflandırır ve aralarındaki ilişkileri bulurlar. Böylece bilgilerine anlam kazandırır, bilgilerini yeniden düzenlerler, hatta yeni kavramlar ve bilgiler üretirler (YÖK/Dünya/Bankası, 1997).

Sonuç olarak, kavramların bilimdeki ve insan bilgilerindeki yerini anlamak, kavram öğrenme ve öğretme yollarını bilmek öğretmenlere çok değerli bilgi ve beceriler kazandırır. Öğrencilerin akademik kariyerlerinde doğru kavramlar geliştirmeleri öğretimin amaçları açısından çok önemlidir. Bir öğrencinin, fen bilimleri ile ilgili bir kavramı veya bir fikri ne derece kavradığı veya özümseydiği, öğrencinin bilgileri nasıl organize ettiği kadar bilgilere yüklediği anlamlarla da çok yakından ilişkilidir (YÖK/Dünya Bankası, 1997).

Öğrencilerin öğretim öncesinde sahip oldukları düşünce ve inanışlar öğrenmeyi büyük ölçüde etkilemektedir. Öğretim öncesinde öğrencilerin sahip oldukları bu düşünce ve inanışlar tamamına “öğretim öncesi kavramlar” adı da verilmektedir (Sencar ve Eryılmaz, 2002)

Öğrenciler ilk kez bilim alanında bir derse katıldıklarında yanlış kavramlara neden olan bazı içgüdüsel inançlara sahip olabilirler. Bu içgüdüsel inançları Novak “ön kavramlar”; Driver ve Easley “alternatif kavramlar”; Helm “kavram yanılgıları”; Sutton “çocukların bilimsel içgüdüleri”; Gilbert, Watts ve Osborne “çocukların bilimi”; Halloun ve Hestenes “genel duyu kavramları”; Pines ve West “kendiliğinden oluşan bilgiler” olarak adlandırmışlardır.

Öğrencilerin bilimsel gerçekler, modeller ve teoriler hakkında yanlış kavramları bulunabilir. Bu yanlış kavramlar kavram yanılgılarının yanında bilimsel literatürde “alternatif

çatılar”, “saf kavramlar”, “sezgisel veya içten gelen kavramlar”, “alternatif yorumlar” gibi ifadelerle de yer almaktadır (Eryılmaz ve Tatlı, 1999). Yukarıda verilen ifadeler detayda birbirinden farklı olmakla beraber bu çalışmada kavram yanılgısı terimi kullanılacaktır.

Baki (1999) çalışmasında kavram yanılgılarını, öğrencilerin yanlış inançları ve deneyimleri sonucu ortaya çıkan davranışlar olarak tanımlarken, Çakır ve Yürük (1999), kavram yanılgılarını, kişisel deneyimler sonucu oluşmuş bilimsel gerçeklere aykırı olan ve bilim tarafından gerçekliği kanıtlanmış kavramların öğretilmesini ve öğrenilmesini engelleyici bilgiler olarak tanımlamaktadır. Başka bir tanımsa kavram yanılgısını, bir kişinin bir kavramı anladığı şeklin, ortaklaşa kabul edilen bilimsel anlamından önemli derecede farklılık göstermesi (Çakır ve Yürük, 1999; Baki, 1999; Stepans, 1996), Özkan vd. (2001) ise daha çok kişisel deneyimleri sonucunda oluşmuş bilimsel gerçeklere ve düşüncelere aykırı, anlamlı öğrenmeyi engelleyici bilgiler olarak tanımlamışlardır.

Doğal olarak, öğrenciler yeni bilgiler öğrenirken bunları daha önceki bilgileri üzerine inşa ederler. Sahip oldukları ön birikimler bazen yeni kavramların öğrenilmesinde yanlış öğrenmelere neden olurlar. Bir problemin çözümü veya bir işlemin yürütülmesi öğrencinin mantığına, önceki birikimlerine uygun düşebilir fakat yaptıklarının bilimsel geçerliği olmadığını bilmeyebilir. İşte bu durumda kavram yanılgılarının gelişmesi söz konusudur. Bununla ilgili bir örnek çalışma cebir derslerini alan öğrenciler üzerinde yapılmış ve sonuçta öğrencilerin, “çarpma işleminin, sonucu her zaman arttırdığı” şeklinde kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Kavram yanılgılarının öğrencilerin öğretim yaşantılarında önemli bir yeri vardır ve fen eğitiminde değerli bir öğedir (Baki, 1999).

Astronomi Eğitimi ve Önemi

Öğrenciler formal fen eğitimi almadan önce doğal dünyayı gözlemleyerek olaylarla ilgili kendi düşünce ve görüşlerini oluşturmaktadır (Baxter, 1989). Öğrencilerin

deneyimleriyle ya da gözlemleriyle edindikleri bu bilgilerin çoğu bilimsel gerçeklerden uzak olup bunlar kavram yanlışlarını meydana getirmektedir (Sewell, 2002).

Öğrenciler için ileride sorunlar yaratacak diğer bilgilerden ayırt edilemeyen yanlış öğrenilmiş bu kavramlar (Yağba, 2003), aynı zamanda eğitim öğretim süreci içerisinde gerçek bilimsel bilgilerin öğretilmesini ve öğrenilmesini engelleyici özellik taşımaktadır (Çakır ve Yörük, 1999). Kavram yanlışları öğrencilerin başarılarını etkileyen en önemli etkenlerden birisi olup, derslerde etkili öğrenmeyi sağlamak için öğrencilerin beraberlerinde getirdikleri yanlışlarının belirlenerek eğitim öğretim süreci içerisinde düzeltilmesi gerekmektedir. Bu sebeple son yıllarda fen ve fizik eğitiminde hem yurt içinde hem yurt dışında en çok çalışılan alanların başında kavram yanlışları gelmektedir, özellikle de astronomi konularında çok fazla kavram yanlışlarına yönelik çalışmaya raslanılmaktadır (Arikurt ve ark., 2015; Baybars ve Şendil, 2018; Bektaşlı, 2013; Çalışkan, 2023; Çiftcibaşı, F. , Karamustafaoğlu, S. ve Bolat, A. (2023); Durukan ve ark, 2013; Emrahoglu ve Öztürk, 2009; Hennig ve ark., 2023; Uluçınar Sağır, Ş. , Değirmenci, S. ve Dolunay, A. ,2023; Unsal ve ark., 2016; Yener ve ark., 2017)

Astronomi, gök cisimlerinin yapısını ve hareketlerini inceleyen, elde edilen yeni bilgiler ışığında gelişebilen ve değişebilen, diğer bilim dalları ile bağlantılı olan disiplinler arası bir bilimdir (Düşkün, 2011). Ayrıca matematik, fizik, kimya ve biyoloji gibi temel bilimlerin gelişmesinde önemli rol oynamaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Bununla birlikte astronomi, evrensel nitelikli yasaların ortaya konduğu, denendiği ve diğer bilimlerle uyum halinde sürekli gelişme içerisinde olan bir bilim dalıdır (Keçeci, 2012).

Astronominin diğer bilimlerle iç içe yani disiplinler arası bir bilim ve temel bilimlerle yakın ilişkide olduğu görülmektedir (Hacısalıhoğlu, 2006). Örneğin; gezegenlerde molekül oluşumu kimyayla, yıldız ve gezegen atmosferleri meteorolojiyle; gezegenlerin yüzeyleri ve içyapıları jeofizikle, gök cisimlerine ilişkin model hesapları bilişim teknolojileriyle; uzay

teknolojilerini geliştirilmesi ve bu alandaki mühendislik çalışmaları elektronik, optik ve mekanikle; yıldızlarda enerji üretimi çekirdek fiziğiyle ilgilidir (Aslan, 2006; Limboz, 2002).

Astronomi biliminin dinamik bir yapıda olması ve farklı disiplinlerle bağlantılı bir şekilde gelişim ve değişim göstermesi bu alanda eğitim verilmesini önemli kılmaktadır. Ayrıca astronomi eğitiminin, öğrencilerin kavram düzeyinde bilgiler kazanmasında, kavramlar arasında ilişkiler kurmasında, uzay-zaman ilişkisi kurabilme becerileri geliştirebilmesinde önemli bir etkiye sahip olduğu ifade edilmektedir (Tunca, 2000; Düşkün, 2011). Astronomi eğitiminin bu özellikleri sebebiyle öğretim programlarında bulunması gerektiği düşünülmüştür (Tunca, 2000; Trumper, 2006)

Uluslararası açıdan bakıldığında astronomi eğitiminin öğretim programlarında nasıl verilmesi gerektiği yönünde tartışmalar olduğu görülmektedir. Bu tartışmalar, astronominin ayrı bir ders olarak mı yoksa diğer alanların bir parçası olarak mı öğretilmesi gerektiği üzerine yoğunlaşmıştır. Buna paralel olarak Uluslararası Astronomi Birliği astronomi eğitimiyle ilgili olarak “Astronomi eğitimi ister ayrı bir ders isterse başka bir alanın içeriğinde olsun tüm ülkelerin ilk ve ortaöğretim müfredatlarında bulunmalıdır” tavsiyesinde bulunmuştur (Trumper, 2006). Bu tartışmalar, dünyadaki bir takım ülkelere gerek program geliştirme, gerekse astronomi eğitimi ile ilgili bilimsel araştırmaların esin kaynağı olmuştur (Percy, 1998).

Fen eğitimi içinde de astronomi eğitim ve öğretiminin önemi büyüktür. Son yıllarda giderek hızlanan uzay bilimlerindeki gelişmeler diğer temel bilim dallarındaki gelişmeleri de hızlandırmaktadır. Bununla birlikte astronomi insanlara doğru ve mantıklı düşünmeyi öğretmekte kullanılabilecek mükemmel bir eğitim aracı olarak da düşünülebilir. ABD gibi gelişmiş ülkeler astronomiyi öğrencileri fen bilimlerine yönlendirmek ve öğrencilere fen bilimlerini sevdirmek için etkin bir şekilde kullanmaktadır (Tunca, 2000).

Ülkemizde de fen eğitiminde doğa olaylarının doğru algılanması için astronomi kavramlarının önemli olduğu ve öğretim programlarında yer alması gerektiği savunulmuştur (Aslan, 2006). Türkiye’de 2004, 2013 ve 2018 yıllarında güncellenen ilk-ortaokul ve ortaöğretim öğretimprogramlarında astronomi konularına ve derslerine yer verilmesi de bu önemi vurgulamaktadır.

Astronomi eğitim ve öğretiminin önemini anlayan birçok ülkede çocuklar ve yetişkinler üzerinde çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Baxter, 1989; Bisard, 1994; Blown ve Bryce, 2006, 2006; Kikas, 1998; Mali ve Hove, 1979; Nuassbum, 1979, 1985; Trumper, 2000, 2001; Vosnidou, 1994; Zeillik, 1998). Bu ülkeler yapılan araştırmalar doğrultusunda astronomi eğitim ve öğretimini daha etkili hale getirecek şekilde tekrar yapılandırmıştır (Kalkan, Kalkan ve Ustabaş, 2006).

Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesi ve Ölçüm Araçlarında Dikkat Edilmesi

Gerekenler

Kavram yanılgılarının eğitim öğretim süreci içerisinde de edinilebildiği ve yine bu süreç içerisinde kazanılan eksik bilgilerin ileriki zaman içerisinde yanlış anlamaların oluşmasına neden olduğu düşünüldüğünde astronomi eğitim ve öğretiminde mevcut aksaklığı doğru bir şekilde saptayabilmek için kavram yanılgılarının tespitine ilişkin çalışmaların yapılması gerekmektedir. Yurt dışında da astronomiyle ilgili bilgilerin ve kavram yanılgılarının incelendiği birçok araştırmanın (Ananda ve Syuhendri 2023; Azizah vd. 2021; Bryce, Blown, 2006; Henning vd. 2023; Kikas, 1998; Yener vd. 2017; Trundle, Atwood, Christopher 2007) yapıldığı görülmektedir.

Bu bağlamda köklü bir çözüm üretebilmek için ilerde bu kademedeki astronomi kavramlarını öğretecek olan fen bilgisi ve fizik öğretmen adaylarının lisans eğitimi süresince bu kavramları anlama seviyelerinin ve kavram yanılgılarının ayrıntılı bir şekilde incelenmesi ve öğretmen adaylarının mezun olmadan önce bu bilgileri ne derece öğrenmiş olduklarının

ve hangi kavram yanlışlarının öğretmen adaylarıyla eğitim öğretim ortamlarına taşındığının belirlenmesi amacıyla genel astronomi kavram yanlışları ile ilgili bir araştırmanın yapılması ile ilgili bir araştırmanın yapılması hem mevcut durumun daha iyi betimlenmesi hem de astronomi eğitim ve öğretiminde kalitenin artırılmasına yönelik yapılacak çalışmalara ışık tutması açısından önem taşımaktadır.

İster öğretiyor, ister programları değerlendiriyor veya bir araştırmayı yürütüyor olalım, fen eğitimi ve bilim iletişimde, öğrenci ya da öğretmenin bilgisini ölçmek tartışmasız yaptığımız en önemli şeydir. Güvenilir veriler, öğretim yaklaşımlarının oluşmasını, idari ve finansman kuruluşlara rapor vermemizi ve araştırma gündemimizi iletirmek için gereken ipuçlarını bize sağlar. Fakat şunu da unutmamalıyız ki, öğrenci ya da öğretmenin bilgisini ölçmek çok kolay bir iş değildir. İyi bir ölçüm, birden çok karmaşık adımı çok az hatayla veya hiç hata olmadan doğru şekilde gerçekleştirebilmeyi gerektirir (Slater, 2014).

İlk olarak, ölçmekle ilgilenilen problem spesifik olarak tanımlanmalıdır, değerlendirilecek bilginin hem beklenen aralığını hem de derinliğini anlaşılmalıdır. Bunu yaptıktan sonra, oluşturulan her adımda ölçmeye çalışılan alandan hiçbirinin kaçırılmadığından veya o alanın sınırlarını aşmadığından emin olarak, bu tanımla sıkı sıkıya uyumlu değerlendirme adımları oluşturmalıdır. Bu adımları yazarken, ilgi çekmeyen bazı özelliklerin yanlışlıkla ölçülmediğinden emin olunmalı ve bu adımlar, ürettikleri verileri kolayca anlamlandırılabilir şekilde yazılmalıdır. Bu adımlardan herhangi birini önemli bir hata olmadan tamamlamak hem zaman hem de beceri gerektirir. Geçerli ve güvenilir öğrenci bilgi ölçütleri oluşturmak için tüm adımları tamamlamak oldukça zordur (Slater, 2014). Günümüzde öğrenci kazanımlarının değerlendirilmesinde kullanılan geleneksel ölçme araçları; çoktan seçmeli sorular, doğru yanlış soruları, kısa cevaplı sorular, boşluk doldurma soruları ve eşleştirme sorularıdır (Karip, 2012). Bu değerlendirme türlerinden çoktan seçmeli sorular, öğretmenlerin en çok kullandıkları ölçme araçlarıdır.

Literetürde çoktan seçmeli ölçme araçları geliştirmeye yönelik pek çok çalışmaya rastlanmaktadır (Demir, Kızılay ve Bektaş, 2016; Kızkapan ve Bektaş, 2018; İpek Akbulut ve Çepni, 2011; Saylan Kırmızıgül ve Kaya, 2019). Fen eğitimi alanlarından biri olan astronomi alanına son dönemlerde oldukça önem verilmektedir.

2018 yılında Milli Eğitim öğretim programlarında yapılan son değişikliklerle birlikte Yüksek Öğretim Kurumlarında, astronomiye giriş dersleri sadece astronomi ve astrofizik bölümlerinde değil Fen bilgisi öğretmenliği ve Fizik öğretmenliği bölümlerinde de ders programına alınmış ve haftada 2 saat olacak şekilde 1 dönemlik alan eğitimi dersi olarak okutulmaya başlanmıştır. Fakat bu genel astronomi dersleri için standart bir öğretim görülmemekte ve eğitimi veren akademisyenlerin de astronomi eğitim seviyeleri bilinmemektedir. TOAST böyle bir problemi ortaya çıkarmak ve genel astronomi konusunda yeni bir standart öğretim hazılamada yardımcı olabilecek bir araçtır. Dolayısı ile Türkiye’de daha çok astronomi eğitimi çalışmalarına önem verilmesi gerekmektedir.

Bölüm 3

Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Astronomiye giriş dersleri için hem eğitim araştırması hem de ders değerlendirme amaçları için kullanılabilecek yüksek kaliteli değerlendirmelere özellikle ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaca yanıt olarak, astronomi eğitimi araştırmacıları, öğrencilerin öğrenme değerlendirmelerini oluşturmak için büyük miktarda entelektüel enerji, uzmanlık ve kaynak yatırımı yapmıştır. Bu araştırmalar sonucunda geliştirilen en önemli ve geniş içerikli olan Astronomi Teşhis Testi 2 (ADT2) (Zeilik, 2002), öğrencinin astronomi alanından farklı bir kavramla ilgili düşüncelerini ölçerken, astronomide tek kavram envanterlerini inceleyen bir çok ölçme aracı ile de karşılaşılmaktadır; ayın evreleri (Lindell & Sommer, 2004), sera etkisi (Keller, 2006), ışık ve tayf (Bardar, 2006), yıldızlar ve onların özellikleri (Bailey, 2012) ve yerçekimi (Williamson, 2013) hakkındaki bilgilerini içeren ölçme araçlarıyla da değerli araştırmalar yapılmıştır. Bu araçların, belirli içerik alanlarını makul bir şekilde ölçtüğü söyleyebilir. Ancak, öğretmenleri, araştırmacıları ve idarecileri daha çok ilgilendiren yapının makul ölçülerini bize vermemektedir. Bu noktada öğrencilerin genel astronomi içerik bilgisini ölçmek için daha kapsamlı bir araca ihtiyaç vardır. Slater (2014) de bu düşüncüyü doğrulamakta ve bu araçların genel yapıyı ölçmediğini söylemektedir.

Öğrencilerin genel astronomi içeriği bilgisi hakkında bir iddiada bulunmak için, yanlış bir şeyin ölçülemediğini bilmek gerekir, bunun için de o alanda yeterince örnekleme ihtiyaç duyulmaktadır. Konunun anlaşılması için temel teşkil ettiğine inanılan öğrenmeleri örnekleyerek alan genelinde ölçüm yapılmalıdır. Ölçüm yaparken ne az ne de daha fazlasını ölçmemeye dikkat edilmelidir. Ayrıca, farklı öğrenme ortamlarında öğrenci düşüncelerinin karşılaştırılmasını kolaylaştırmak için yönetimi ve yorumlaması kolay bir araca ihtiyaç vardır. Astronomi eğitimi araştırma araç setinde böyle bir aracın eksikliğine dikkat çekilmiştir (Slater, 2014).

Astronomi Standartlarının Testi veya TOAST, bu ihtiyacı karşılamak için Slater ve arkadaşları tarafından (Slater & Slater, 2008; Slater, 2009; Slater, Slater & Bailey, 2011) geliştirilmiş bir araçtır. TOAST, yirmi yılı aşkın süredir yapılan araştırmalara dayanan üçüncü nesil bir değerlendirme aracıdır ve öğrencilerin astronomiye giriş derslerinde öğrendiklerini ölçmek için özel olarak tasarlanmıştır (Slater, 2014).

Wallace ve Bailey (2010), iyi yapılandırılmış kavramsal teşhis araçlarının, öğrencilerin astronomi genelindeki fikirlerinin aralığını ve sıklığını hızlı bir şekilde belirleyebilme avantajına sahip olduğunu iddia etmektedir. Bu tür nicel araştırma çabaları, öğretimi sağlamak ve tasarlamak için yapılandırmaca odaklı bir yaklaşım kullanan öğretmen eğitimciler, mesleki gelişim sağlayıcılara ve öğretim programı tasarımcılarına değerli bilgiler verme konusunda büyük bir potansiyele sahiptir (Slater, Carpenter ve Safko, 1996).

Phil Sadler (1998), 1998'deki ödüllü makalesinde, öğrencilerin anlamaları üzerine araştırma yapmak için kullanılan en iç görülü çoktan seçmeli soruların psikometrik olarak yönlendirilen sorular olduğunu öne sürmüştür. Bu anlamda, psikometrik olarak yönlendirilen soruların, öğrenciler tarafından geniş çapta sahip olunan, daha önce yerleşmiş kavram yanılgılarına dokunan sorular olduğunu kastetmiştir. Öğrencilere sunulan çoktan seçmeli çeldiricilerin, sistematik astronomi eğitimi araştırması tarafından oluşturulmuş olduğunu öne sürmüştür. Test ögesi ve araç geliştirme uygulamalarının, değerlendirme aracı tasarımcılarını katı bilimsel söz dağarcığının aksine öğrencilerin doğal dilini kullanmaya ve gönüllü öğrenciler arasında yapı geçerliliğini sürdürmek için aracı sunumda kısa ve öz tutmaya zorladığı iyi bilinmektedir (Slater, S., Slater, T. ve Bailey, 2010)

Yukarıda atıfta bulunulan Sadler'in tavsiye ettiği ilkeleri kaynak olarak alan Slater ve meslektaşları (Slater, S., Slater, T., & Shaner, A., 2008; Slater, S. 2009, 2014) TOAST'u geliştirerek astronomi eğitiminde önemli ve gerekli bir boşluğu doldurtmuşlardır. Kısaca, TOAST, bir veya iki sömestrlik lisans astronomiye giriş dersinde, yaygın olarak öğretilen tüm konuları hem ulusal bilim eğitimi standartlarında ve çerçevesinde kapsamaktadır.

TOAST öncelikle, öğrencilerin astronomiye giriş dersiyle ilişkili temel kavramlara hakimiyetlerinin bir ölçüsü olarak kullanılmak üzere tasarlanmıştır. 2012 yılında Decadal Anketinde (Deustua, Noel-Storr ve Foster, 2009) belirtildiği gibi, TOAST, astronomi eğitimi topluluğu tarafından ortaya konan kriterlere olan yakın bağı nedeniyle bu tür bir eğitim yardımı sağlama becerisi bakımından benzersizdir. Bu kapasitede, birden çok şekilde kullanılabilir.

İlk olarak, TOAST, bireysel bir eğitmen kursundaki öğretimi geliştirmek için kullanılabilir. Kursun başında bir arka plan bilgisi kontrolü olarak (Angelo & Cross, 1993) bu anket, eğitmenlere, astronomiye giriş dersinin tüm içeriği boyunca öğrencilerinin önceki kavramları hakkında bir fikir verebilir. Birçok alandaki eğitim araştırması literatürü, etkili öğretim için öğrencilerin ön bilgilerinin farkında olmanın ve bunlara yanıt vermenin kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir (Bransford, Brown, & Cocking, 1999). TOAST' un bir arka plan bilgisi kontrolü olarak kullanılmasıyla bağlantılı olarak, TOAST, eğitimden sonra uygulanabilir. Bu, eğitmenlere kendi sınıflarında öğretimin etkililiğine dair kanıt sağlayabilir. Bölümler veya dönemler boyunca kullanılan farklı öğretim tekniklerini karşılaştırmak için kullanıldığında, öğretmenler bireysel olarak öğretim stratejilerinin kendi öğretim bağlamları içindeki etkisine ilişkin fikir edinebilir. Bir varyasyon olarak TOAST, üç kriter "meta-kategorisinden" birinde öğretimi ayarlamanın etkisini ölçmek için kullanılabilir. Örneğin, bir eğitmen, öğrencilerin görünür gökyüzündeki örüntüleri anlamalarının ders anlatımına dayalı veya anlatıma ve tartışmaya dayalı öğretimden sonra gelişmediğini fark edebilir ve kursun o bölümü için bir laboratuvar veya ev ödevi bileşeni eklemeye karar verebilir. Eğitmen, ilgili TOAST sorularını, bir kavram envanterinin uygun kullanımına benzer şekilde, bu müdahalenin kendi özel bağlamlarında yararlı olup olmadığını belirlemeye yardımcı olmak için ön test ve son test tarzında kullanabilir.

Eğitim çalışmalarında TOAST, astronomi derslerinde öğretimin kalitesi ve etkisi hakkında deneysel olarak geçerli iddialarda bulunmak için kullanılabilir ve öğrencilerin

astronomik kavramları öğrenme becerileriyle etkileşime giren çeşitli faktörleri araştırmak için uygulanabilir. Yayınlanmış bir dizi çalışma, TOAST'ın anlamlı araştırma verileri sağlama becerisine dair kanıt sağlar. Inge Heyer'in (2009) üniversite öğrencilerinin uzamsal muhakeme becerileri ile astronomi öğrenme yetenekleri arasındaki etkileşim üzerine çalışması; Theresa Moody's (2010) profesyonel gelişimin öğretmenlerin astronomi öğretmeye olan güveni üzerindeki etkisi üzerine yaptığı çalışma; Dan Lyon'un (2011), sorgulamaya yönelik laboratuvarların öğrencilerin anlayışını nasıl geliştirdiği üzerine çalışması; Debra Stork'un (2014) K-12 öğretmenlerinin ulusal standartlar ve çerçevelerle ilgili astronomi bilgisi üzerine çalışması; ve Coty Tatge'nin (Tatge ve Slater, 2014) astronomi öğretimi ve öğreniminde kültür ve dilin etkisine ilişkin mevcut çalışması, TOAST tarafından ölçülen astronomik içerik bilgisinin geniş anlık görüntüsünden yararlanabilecek çeşitli çalışmalar hakkında fikir vermektedir.

Slater ve arkadaşları (2015), 1104 katılımcının yanıtlarının incelenmesini içeren ve öğrencilerin yanıtlarının madde madde ve çeldiriciden çeldiriciye titiz bir şekilde analiz edilmesini sağlayan bir çalışma yapmıştır. Sonuçlar, her bir TOAST maddesinin geniş bir öğrenci yelpazesinde uygun şekilde çalıştığını ve dikkate değer öğrenci kavram yanlışlarını belirlemek için yeterli duyarlılığa sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar ayrıca, astronomi eğitimi araştırmacıları için büyük ölçüde incelenmemiş olan hedef fırsat alanlarını belirleme fırsatı da sağlar. Delain'nın (2015) üniversitede astronomiye giriş dersini alan öğrencilerine uygulamış olduğu TOAST verilerinde, TOAST un sadece K-12 düzeyinde değil de yüksek öğrenim seviyesindeki öğrencilerin astronomi bilgisi ölçmek üzerine kullanılabileceğine bir örnektir teşkil etmektedir. Zich ve arkadaşları (2019) STEM alanlarındaki öğretmen adaylarına bir dönemlik uyguladığı astronomiye giriş dersinde TOAST' u ön ve son test olarak uygulamıştır, sonuçlar TOAST' un öğretim programı geliştirmede ve kavram envanteri performansını ölçmede ne kadar başarılı olduğunu göstermiştir.

Madsen ve arkadaşları (2017), Astronomiye giriş için bilgi araştırmalarında bir dizi değerlendirme aracı olduğunu, fakat bugüne kadar en sık kullanılan aracın ise Stephanie Slater ve meslektaşları tarafından oluşturulan TOAST aracı olduğunu savunmuştur.

Slater, T. (2020) TOAST için, tipik başlangıç astronomi kursunun müfredatını kapsayan, önceki astronomi anketlerinden daha iyi hazırlanmış ve derinlemesine araştırılmış öğeleri kullanan ve ezberci dayalı öğrenmenin önemini azaltan, aktif öğrenme öğretme çabalarının etkisini keşfetmek ve resmi olarak belgelemek için astronomiye girişte sıklıkla kullanılan bir ölçme aracı olduğunu söylemiştir.

Yapılan literatür çalışmalarına bakıldığında TOAST' un Testin temel astronomi kavramlarına olan hakimiyeti sayesinde kavram yanlışlarının belirlenmesinde, astronomi eğitim programının planlanmasında bir ön anket olarak kullanıldığı, bu programın geliştirilmesinde ise ön-son test olarak uygulanabildiği ve aynı zamanda astronomu başarı testi olarak kullanıldığı da görülmektedir. Dolayısıyla TOAST' un genel astronomi eğitimi araştırmalarında ne kadar önemli olduğu sonucuna varılmış ve günümüze kadar yapılan bu çalışmalar bu tez çalışmasının yapılmasına da motivasyon sağlamış ve yol göstermiştir.

Bölüm 4

Yöntem

Bu bölümde çalışma grubunun özellikleri ve ölçeğin uyarlama sürecinin ayrıntıları ve çalışmanın bulgularına yer verilmiştir.

Araştırmanın Türü

Bu çalışma astronomi eğitim araştırmalarında nicel bir araştırma niteliği taşımaktadır.

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Türkiye genelinde çoğunluğu temel astronomi eğitimi almış; fizik, fen öğretmenleri ve öğretmen adayları, astronom, astronomi öğrencisi ve astronomi eğitmenlerinden oluşan, 250 kadın ve 146 erkek olan 396 kişilik bir grup ile çalışılmıştır.

Çeviri Çalışması

Slater ve arkadaşları tarafından (Slater & Slater, 2008; Slater, 2009; Slater, Slater & Bailey, 2011; Slater, 2014,2015) geliştirilmiş olan Astronomi Standartları Testi (TOAST), kavram yanılgılarını ölçen bir astronomi başarı testidir. TOAST, Japonca ve Almanca gibi farklı dillere uyarlanmıştır. Ölçeğin uyarlama aşaması için öncelikle dilsel eşdeğerlik çalışmasının yapılması gerekmektedir (Sireci, 2005). Orijinal dili İngilizce olan ölçek, anadili Türkçe olan katılımcılarda kullanılabilmesi amacıyla, anadili Türkçe olan bağımsız üç farklı dil bilimci ve akademisyenler tarafından İngilizceden Türkçe'ye çevrilmiştir. Türkiye'de, farklı üniversitede görev yapan astronomi, astrofizik, fizik eğitimi ve fen eğitimi alanında çalışan kendi alanlarında uzman 6 farklı akademisyen tarafından çeviriler incelenmiştir. Bir sonraki aşamada, ölçeğin Türkçe versiyonu tekrar İngilizceye çevrilmiştir. Böylelikle testin maddeleri İngilizceden Türkçe'ye ve Türkçe'den İngilizce'ye çevrilerek karşılaştırılmıştır.

Uzman görüşlerinin de katkıları ile elde edilen sonuçlara göre ölçek maddelerinin çevirisi yeniden düzenlenmiştir. Karşılaştırmalardan sonra TOAST maddelerinin anlaşılabilirliğinin test edilmesi amacıyla, temel astronomi eğitimi almış hedef gruba uygulanmıştır. Sonuç olarak, İngilizce ve Türkçe formlarının dil eşdeğerliği uzman kanılara dayalı olarak elde edilmiş ve formların uzmanlar tarafından dil eşdeğerliğinin uygun bulunduğu belirtilmiştir.

Veri Toplama Aracı

Astronomi Standartları Testi (TOAST)

TOAST, NSES, AAAS kıyaslamaları ve AAS hedeflerine dayanan, kriter referanslı bir testtir. Kapsanan içerik, bu ulusal kuruluşların standartlarına göre astronomi okuryazarlığı açısından kritik olarak değerlendirilmiştir (Slater, 2014). TOAST, ADT2 sonrasında geliştirilmiştir. TOAST'un geliştirilmesine katkıda bulunan ek kaynaklar ise; LSCI, SPCI ve LPCI gibi içerik envanterleridir. Bu envanterlerdeki maddeler, envantere verilen yanıtların sonuçları incelenerek niceliksel olarak ve katılımcılarla röportaj yapılırken niteliksel olarak test edilmiştir. Bu veriler daha sonra soruları geliştirmek için kullanılmıştır. Bu içerik envanterlerinden test ve revize edilen sorular TOAST' un oluşturulmasında yer almıştır. Bazı durumlarda daha önceden yayınlanmış içerik envanterlerinden birinde uygun bir soru bulunamamıştır. Bu durumlarda derslere yönelik olarak hazırlanan sorular kullanılmış ve gerekiyorsa değiştirilmiştir. Kozmoloji ve güneş sisteminin yapısı ve oluşumuna uygun soru bulunamadığı için dört yeni test maddesi oluşturulmuştur. Sonunda tüm maddeler uzman grup tarafından bir kez daha gözden geçirilmiş ve revize edilmiştir (Slater, 2014). En son yapılan ve başarılı sonuçlar gösteren madde analizleri çalışmalarından sonra TOAST, 27 maddelik çoktan seçmeli bir test halinde kullanılmaya devam etmektedir (Slater ve ark., 2015).

Bu çalışmada, veri toplama aracı olarak Astronomi Standartları Testi (TOAST) kullanılmıştır. TOAST öğrencilerin genel astronomi içeriği bilgilerini ölçmek için tasarlanmış olan kapsamlı bir değerlendirme aracıdır. Kavram yanlışlarını ölçmek için tasarlanmış

TOAST, tüm bir temel astronomi kursu boyunca öğrenilen genel astronomi kavramlarını ölçmek için uygun üçüncü nesil bir ölçme aracıdır. Slater ve arkadaşları (2014), Cronbach alfa ve klasik test teorisi analizlerinden elde ettikleri sonuçlarla, yapı geçerliliği için duyarlılık testi incelemesi yapmışlar ve çok sayıda uzman incelemesi ile güvenilirliği ve geçerliliği belirlemişlerdir.

TOAST, sınıf öğretmenleri ve çeşitli öğrenme ortamlarında astronomide disipline dayalı eğitim araştırmacıları için değerli bir araç olarak kabul edilebilir.

TOAST sonuçları, geniş bir öğrenci yelpazesinde testin her bir öğrenci için uygun şekilde çalıştığını ve dikkate değer öğrenci için kavram yanlışlarını belirlemede için yeterli duyarlılığa sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar aynı zamanda astronomi eğitimi araştırmacıları için büyük ölçüde çalışılmamış olan hedef fırsatı alanlarını belirleme fırsatı da sağlamaktadır (Slater, Schleigh ve Stork, 2015).

Veri Toplama Süreci

2022 ve 2023 yılları arasında, Türkiye genelinde farklı şehirlerden, çoğunluğu fizik ve fen öğretmenlerinden oluşan 5 farklı gruba astronomi eğitimi atölyesi gerçekleştirilmiştir. Bu atölyede temel astronomi kavramları üzerine farkındalıklar oluşturmaya çalışılmıştır. Her atölye öncesinde TOAST' un Türkçe' ye çevrilmiş versiyonu katılımcılara ön-anket olarak uygulanmış ve bununla beraber eğitimin sonunda test ile ilgili katılımcılardan görüşler alınmıştır. Buna ek olarak veri toplama sürecinde Türkiye'deki farklı illerde yer alan astronomi ve astrofizik bölümlerinde okuyan lisans ve yüksek lisans öğrencilerine de TOAST uygulanmıştır.

Özellikle bu çalışmada seçilen örneklemin Fen, Fizik ve Astronomi alanlarında olmasının sebebi, "Temel/Genel Astronomi derslerinin bu alanlarda zorunlu olarak veriyor olması ile yakından ilişkilidir (YÖK, 2018).

Veri Analizi

Slater ve arkadaşları tarafından (Slater & Slater, 2008; Slater, 2009; Slater, Slater & Bailey, 2011; Slater, 2014, 2015) geliştirilmiş olan Astronomi Standartları Testi (TOAST)'un Türkçe'ye uyarlamasının yapılması maksadıyla sorumlu yazar Stephanie Slater ve arkadaşlarından elektronik posta (11.11.2021) yoluyla ölçek kullanım izni alınmıştır. Hacettepe Üniversitesi Senatosu Etik Komisyonunun 14 Haziran 2022 tarihinde yapmış olduğu toplantıda E-51944218-300-00002204680 sayılı "Astronomi Standartları Testi (TOAST)'nin Türkçeye Uyarlama Çalışması" başlıklı tez çalışması etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bu çalışmada öncelikle TOAST' un uyarlama çalışması yapılmış olup daha sonra dilsel eş değerliğin sağlanmasının ardından 396 kişilik bir örnekleme TOAST uygulanmıştır. Örneklemden elde edilen bilgiler veriye dönüştürüldükten sonra 396 kişi üzerinden (veri kaybı olmadan) geçerlilik ve güvenilirlik analizleri yapılmıştır.

Uyarlama aşamasında dilsel çeviri, doğrulayıcı faktör analizi, madde ve seçenek analizlerine geçilmeden önce elde edilen veriler incelenip geçersiz cevaplar ve uç değerler belirlenmiştir. TOAST yapının doğrulanması ve testten toplam puan alınabilirliği sağlamak amacıyla DFA analizi yapılmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda TOAST ölçme aracı için DFA analizi yapılmadığı görülmüş, bu durumu testin geliştiricileri ile paylaşmış, testin geliştiricilerden DFA analizine gerek olmadığı fakat yapılmak istenirse de bu konuda analiz yapılabileceği konusunda izin alınmıştır. Dolayısıyla bu çalışma TOAST' un ilk defa DFA analizinin Türkiye'de yapıldığına dikkat çekmektedir.

Katılımcılara uygulanan anketin demografik kısmının analizlerinde ise frekans ve yüzde dağılımları verilmiştir.

Madde analizleri için madde ayırt edicilik ve madde güçlükleri hesaplanmıştır. Seçenek ve çeldirici analizlerinde frekans, yüzde değerleri ve ayırt edicilikler için nokta çift

serili korelasyon değerleri hesaplanmıştır. Güvenirlik analizlerinde ise Kuder-Richardson 20 (KR-20) değeri hesaplanmıştır. Orijinal ölçekte güvenirlik hesaplanmasında Cronbah Alfa değeri kullanılmıştır. Fakat tüm maddeler iki değerli [0=yanlış,1=doğru] puanlandığı zaman, KR-20, Cronbach'ın alfa katsayısına eşit olmaktadır (Crocker& Algina, 1986). lme aracının uyarlama çalışmasında DFA analizi için Lisrel 8.80, diğer tüm analizlerde ise IBM SPSS Statistics 22 programı kullanılmıştır.



Bölüm 5

Bulgular

Araştırmaya katılan bireylerin sosyo-demografik özelliklerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımı Tablo 1’ de verilmiştir.

Tablo 1

Araştırmaya Katılan Kişilere İlişkin Sosyo-Demografik Bilgiler

Değişken	Grup	Sayı (n)	Yüzde (%)
Cinsiyet	Erkek	146	36,9
	Kadın	250	63,1
Sınıf	1	23	5,8
	2	12	3,0
	3	10	2,5
	4	18	4,5
	Mezun	333	84,1
Bölüm	Astronomi ve Uzay Bilimleri	36	9,09
	Fen Bilgisi Öğretmenliği	195	49,24
	Fizik Bölümü	41	10,35
	Fizik Öğretmenliği	45	11,36
	Diğer	79	19,95
Yaş aralığı	16-20	30	7,6
	21-25	49	12,4
	26-30	58	14,6
	31-35	86	21,7
	36-40	64	16,2
	41-45	56	14,1
	45 üzeri	53	13,3
	Diğer	79	19,95
Temel Astronomi Eğitimi Alma durumu	Evet	308	77,8
	Hayır	88	22,2
Toplam		396	100

Tablo 1’de verilen verilere göre bu çalışmanın örneklemini, 250 (%63,1) kadın ve 146 (%36,9) erkek olmak üzere toplamda 396 (%100) kişiden oluşmaktadır. Tablo 1’e bakıldığında bu çalışmaya katılan Türkiye genelindeki katılımcıların, 36’sı Astronomi ve Uzay Bilimleri (%9,09), 41’i Fizik (%10,35), 45’i Fizik öğretmenliği (%11,36) ve 195’i Fen öğretmenliği (% 49,24) bölümlerinden, 79 kişinin de diğer (% 19,95) bölümlerinden olduğu görülmekte, aynı zamanda yüzdelik olarak çoğunluk katılımcının mezun (% 84,1) katılımcılardan oluştuğu da dikkat çekmektedir. Demografik bilgilerin yüzdelik dilimlerine

bakıldığında en dikkat çekici veri sonuçlarından biri de katılımcıların 308'inin (%77,8) Temel Astronomi Eğitimi aldığı görülmektedir, geri kalan 88 kişinin (%22,2) bu çalışma için düzenlenen astronomi atölyelerine katılımları göz önünde bulundurulursa, bu azınlık katılımcıların da astronomiye ilgi duyduğu düşünülebilir.

Doğrulayıcı Faktör Analiz Sonuçları

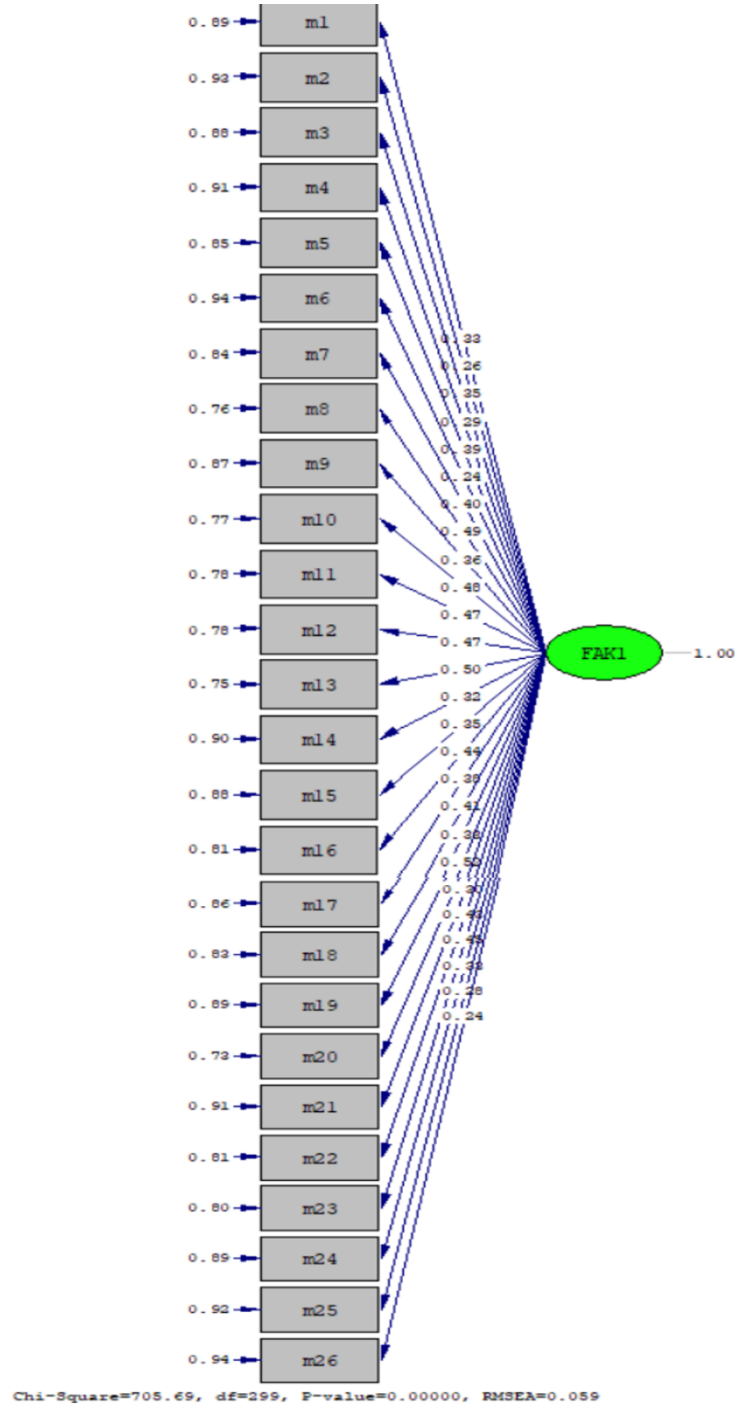
Doğrulayıcı faktör analizi, kültürler arası ölçek uyarlama çalışmalarında kullanılan bir yöntemdir (Büyüköztürk vd., 2021). Buradaki amaç değişkenler arasındaki ilişkilerin test edilerek var olan bir yapının doğrulanmaya çalışılmasıdır. TOAST astronomi bilgisini ölçen bir test olduğundan bu testten alınan ortalama puanlar, katılımcıların astronomi bilgisini ölçecektir.

Bu çalışmada DFA ile modelin uygunluğunu ortaya koymak amacıyla faktörlerin uyum indeks değerleri incelenmiştir. Tek faktöre ait uyum indeksleri (RMSEA, CFI, GFI, NFI, AGFI, SRMR) hesaplanmış ve yorumlanmıştır.

İlk yapılan DFA analizinde madde 27'nin t değeri anlamlı çıkmamıştır. Anlamlı çıkmayan ve çok düşük faktör yüküne sahip maddelerin ölçekten çıkarılması uygundur fakat aynı zamanda bu maddeye ait madde analizi de gerçekleştirilmiştir. Madde ayırt ediciliği, bu maddeye verilen yanıtlar ile toplam test puanları arasındaki nokta-çift serili korelasyon hesaplanır. Ayırt edicilik indeksi 0,20'nin altındaki maddelerin geçerliği düşük olduğundan teste alınmaması gerektiği belirtilmektedir (Turgut ve Baykul, 2021). Orijinal TOAST kılavuzunda (Salter, 2015) ise 0,15 veya daha yüksek bir çift serili nokta tatmin edici kabul edilmiştir. Bu nedenle iki kesme puanın altında madde ayırt ediciliğe sahip madde 27'nin ($r_j=0,12$) testten çıkarılmasına karar verilmiştir. Bu nedenle bu madde orijinal ölçek sahibinin bilgisi dahilinde testten çıkarılarak 26 madde ile DFA analizi tekrar yapılmıştır.

Şekil 1

TOAST Doğrulayıcı Faktör Analizi Modeli



Şekil 1 incelendiğinde, testin tek faktörlü yapısı için ilk olarak t değerlerinin manidarlık düzeyleri kontrol edilmiştir ve hesaplanan t değerlerinin 0,01 düzeyinde anlamlı olduğu bulunmuştur. Yapılan DFA sonucunda elde edilen uyum iyiliği değerleri ise Tablo 2' te sunulmuştur.

Tablo 2*DFA Uyum İyiliği Değerleri*

	χ^2	p	RMSEA	SRMR	CFI	AGFI	GFI	NFI
Ölçek değerleri	705.69	0,000	0,059	0,061	0,91	0,87	0,89	0,90

Doğrulayıcı faktör analizi sonucuna göre elde edilen model-veri uyumunun belirlenmesinde kullanılan değerlerden en sık kullanılanlar Tablo 2’te verilmiştir. TOAST’ a ilişkin yapılan DFA analizinde t değerinin 0,01 anlamlılık düzeyinde manidar olduğu belirlenmiştir ($\chi^2=705.69$; $p = 0.00$). Ki kare testinde model uyumu için p değerinin manidar olmaması istenen bir durum olmamasına rağmen Ki kare testi örneklem büyüklüğünden etkilendiği için bu değer manidar çıkar. Bu nedenle p değer ile birlikte diğer uyum indeksleri incelenmelidir. Özellikle χ^2/sd oranının 3’ün altında çıkması çok iyi uyum olarak değerlendirilmektedir (Büyüköztürk vd.,2021). Bu modelde $\chi^2/sd=2,36$ değeri çok iyi uyum olarak değerlendirilir ($\chi^2=705.69$, $sd=299$). Standartlaştırılmış hata kareleri ortalamasının karekökü (Standardized Root Mean Square Residual, SRMR), SRMR değerinin 0,08’den küçük çıkması da iyi uyum olduğunu desteklemektedir (Hu ve Bentler, 1999). Tahmin hatalarının ortalamasının karekökü (Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA) alan RMSEA değerinin de 0,08’den küçük çıkması iyi uyum olarak değerlendirilmektedir. CFI ve NFI indeks değerlerinin 0,90’ dan büyük olması ise mükemmel uyuma işaret etmektedir (Tabachnick ve Fidel, 2007). GFI ve AGFI indeks değerleri ise 0 ile 1 arasında değer almakta olup örneklem büyüklüğünden oldukça fazla etkilenmektedir (Schumacker ve Lomax, 2004) ve çalışmaların birçoğunda raporlanmaması gereken yanıltıcı indeksler olarak geçmektedir. Bu çalışmada örnekleme bağlı AGFI ve GFI değerlerinin 0,90’dan çok az farkla küçük çıkmıştır. Özet olarak model uyum indeksleri TOAST’ un 27 maddeden oluşan tek faktörlü yapısının bizim kültürümüzde 26 maddeden oluşan tek faktörlü bir model olarak doğrulandığını ve veriye iyi düzeyde uyum sağladığı söylenebilir.

Madde Analizi

Kavramsal anlayışı ölçmek için oluşturulan çoktan seçmeli maddelerin ayrıntılı analizinin yapılmasını önermektedir (Varma, 2008). Geliştirilen bir testin hedef kitleye uygulandıktan sonra madde analizinin yapılması gerekmektedir. Çünkü madde analizi ile geliştirilen veya uyarlanan testin güvenilirliği ve geçerliği test edilir.

Madde analizlerinin başında madde güçlüğü ve ayırt ediciliği indekslerinin hesaplanması gelmektedir. Madde güçlüğü, test sorusunu doğru yanıtlayanların testi alan toplam yanıtlayıcıya oranının bir ölçüsü olarak ifade edilir. Bu çalışmada ortalama güçlük değeri 0,47 hesaplanarak orijinal ölçeğe çok benzer bir sonuç (0,42) elde edilmiştir. Madde ayırt ediciliği, belirli bir maddedeki başarının genel araçtaki başarıyla ilişkilendirildiği bir ölçüdür. Her bir madde için madde ayırt ediciliği, belirli bir maddeye verilen yanıtlar ile toplam test puanları arasındaki nokta-çift serili korelasyon olarak Tablo 2'de verilmiştir. Ayırt edicilik indeksi 0,20'nin altındaki maddelerin geçerliği düşük olduğundan teste alınmaması gerektiği belirtilmiştir (Turgut ve Baykul, 2021). Orijinal TOAST kılavuzunda ise 0,15 veya daha yüksek bir çift serili nokta tatmin edici kabul edilmiştir. Tüm maddelerin (26 madde) madde ayırt ediciliği bu kesme puanların üzerinde olup en düşük ayırt edicilik değeri 0,30'dur. Yani tüm maddeler bilen ile bilmeyeni iyi düzeyde ayırt edebilmektedir. Fakat çeldiriciler için bu durumun tam tersi söz konusudur ve iyi çeldiricilerin ayırt ediciliğinin negatif çıkması beklenir (Reynolds vd., 2006).

Madde güçlük değerleri Tablo 3'te görüldüğü üzere 0,15 ile 0,87 arasında değişmektedir. 0 ile 1 arasında değerler alabilen bu indeks, 0'a yaklaştıkça madde zorlaşır, 1'e yaklaştıkça kolaylaşır. Asıl istenen ortalama güçlükte maddelerdir fakat bir testte hem zor hem de kolay maddelerin olması da gerekmektedir. Testin ortalama güçlüğü ise 0,50'dir. Madde 21 ve 26 oldukça zor maddeler iken madde 8 ve 16 oldukça kolay maddelerdir. Kehoe (2019) testin çoğunun ortalama güçlüğüne sahip maddelerden oluşması gerektiğini söylemiştir (0,30 ve 0,80 arası). Bu çalışmada ise testin çoğu ortalama güçlükteki

maddelerden oluşmaktadır. Bu durumda bu testteki maddelerin güçlük düzeylerinin istenilen düzeyde olduğu söylenebilir.

Tablo 3

TOAST Test Maddelerinin Madde Güçlük ve Ayır Edicilik İndeksleri

Maddeler	Madde güçlüğü	Madde ayırt ediciliği	Maddeler	Madde güçlüğü	Madde ayırt ediciliği
Madde 1	0,34	0,40	Madde 14	0,54	0,37
Madde 2	0,21	0,33	Madde 15	0,58	0,40
Madde 3	0,58	0,38	Madde 16	0,87	0,43
Madde 4	0,35	0,37	Madde 17	0,54	0,43
Madde 5	0,75	0,41	Madde 18	0,40	0,45
Madde 6	0,22	0,30	Madde 19	0,21	0,40
Madde 7	0,70	0,44	Madde 20	0,71	0,52
Madde 8	0,81	0,49	Madde 21	0,15	0,36
Madde 9	0,69	0,40	Madde 22	0,63	0,47
Madde 10	0,64	0,50	Madde 23	0,38	0,49
Madde 11	0,70	0,50	Madde 24	0,22	0,40
Madde 12	0,38	0,50	Madde 25	0,52	0,34
Madde 13	0,61	0,52	Madde 26	0,19	0,31

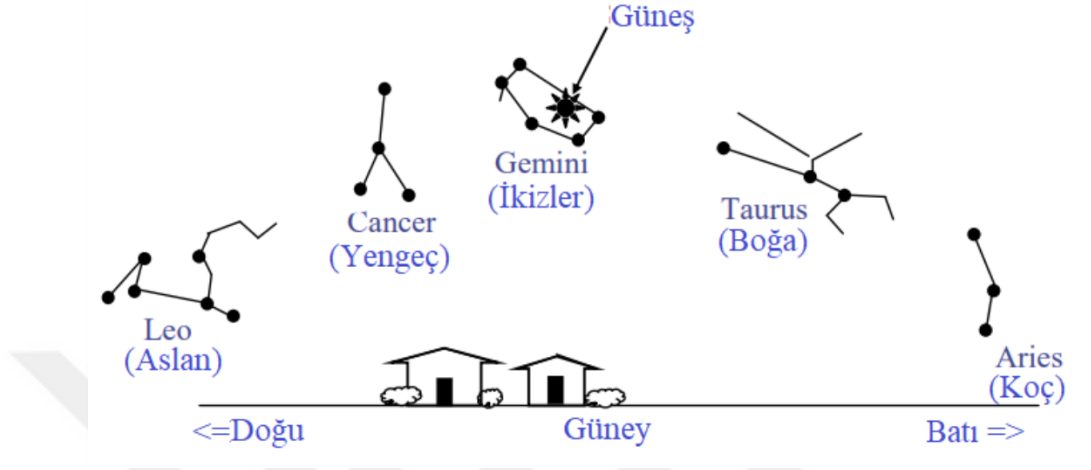
Seçenek ve Çeldirici Analizi

Çoktan seçmeli sorularda yer alan çeldiriciler, doğru cevap dışındaki seçenekler olup bilmeyeni ya da az bilenleri yanıltmak üzere verilen seçeneklerdir. Çeldiricilerin ayırt edicilikleri negatif ya da sıfıra çok yakın çıkmalıdır. Çünkü iyi bir çeldiricinin testin genelinden düşük puan alanları yani az bilenleri çekmesi gerekmektedir. TOAST aracı çoktan seçmeli bir test olduğu için her maddesinde çeldiriciler yer almaktadır, çalışmanın bu bölümünde güncellenmiş 26 soruluk TOAST aracının tüm maddelerinin seçenek analizi yapılarak tüm çeldiricileri incelenmiştir.

Tablo 4

Madde 1'e ilişkin seçenek analizi

Aşağıdaki görseli dikkate alarak 1. ve 2. soruyu cevaplayınız,



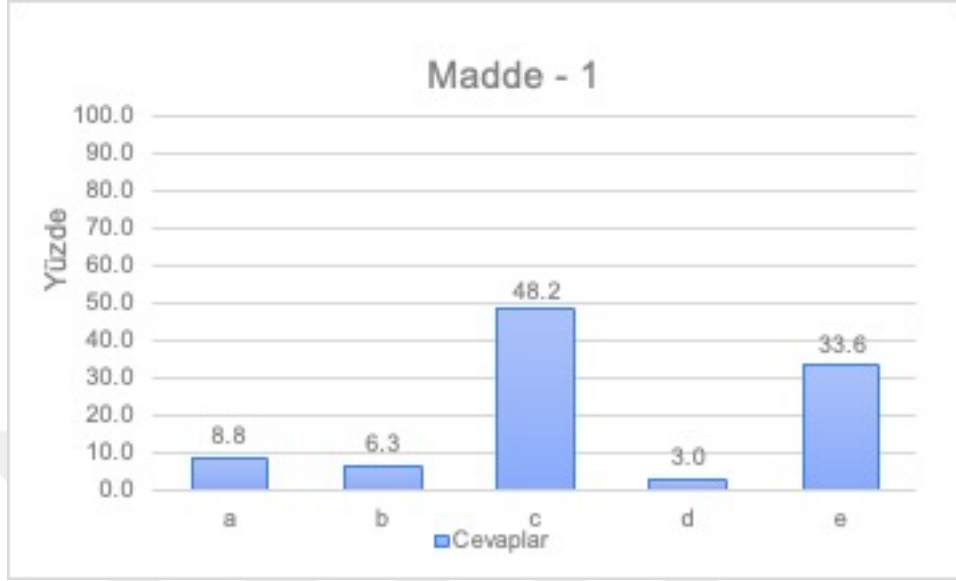
1. Yukarıdaki görsel, gün boyunca yıldızları görebiliyor olsaydık, günün öğle saatlerinde gökyüzünün nasıl görüneceğini bize göstermektedir. Güneş, gün boyunca ulaşacağı en yüksek noktada ve İkizler takımyıldızı yıldızlarının yakınlarında görünmektedir. Aynı gün, gün batımında Güneş'e en yakın olacak takımyıldızın adı nedir?

- a. Leo (Aslan)
- b. Taurus (Boğa)
- c. Aries (Koç)
- d. Cancer (Yengeç)
- e. Gemini (İkizler)

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	35	8,8	-0,13
B	25	6,3	-0,09
C	191	48,2	-0,22
D	12	3,0	-0,13
E	133	33,6	0,40

Şekil 2

TOAST ölçeğinin 1. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği



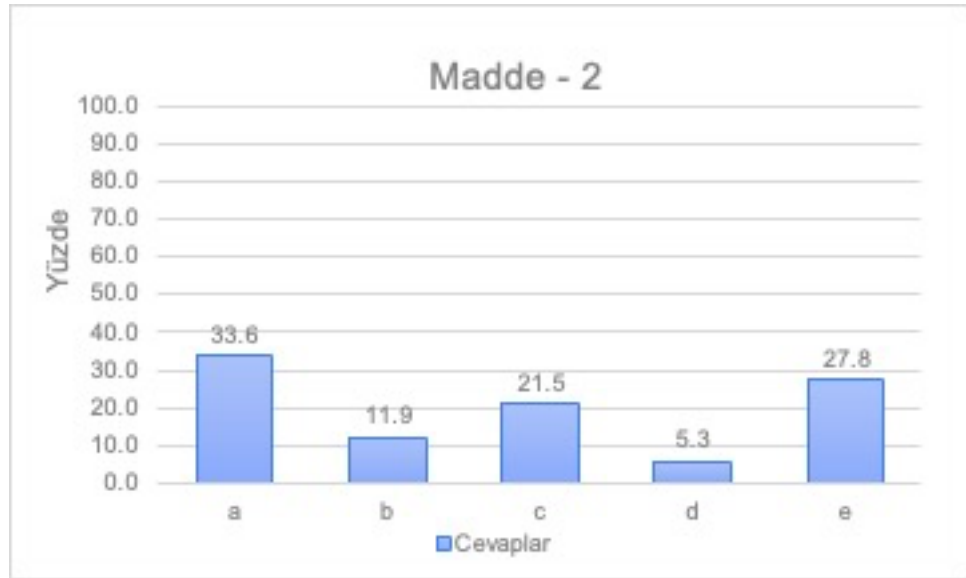
Bu maddenin tüm çeldiricileri iyi düzeyde çalışmaktadır. Şekil 2'de gösterilen Soru 1'in sonuçlarında, katılımcılar bilimsel olarak doğru Cevap E yerine büyük ölçüde Dikkat Dağıtıcı C'yi tercih ettiklerini görüyoruz. Vosniadou ve Brewer (1992), K-12 öğrencilerinin sıklıkla gökyüzündeki (güneş dışındaki) yıldızların gökyüzünde “sabit ve hareketsiz” olduğuna inandıklarını belirtmiştir. Bu çalışma, yıldızların gökyüzünde hareket etmediği inancının yaygın olduğunu ve katılımcıların %48 'inin sabit yıldızlı bir gökyüzü tanımladığını göstermektedir. Plummer (2009), Slater (2015) ve Stork (2014)'ün yapmış olduğu çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Bu sonuç, katılımcıların literatürde belirtilen ve S. Slater (Slater Parker, 2006) tarafından özetlenen Dünya'nın dönüşünün gözlemlenebilir sonuçlarına ilişkin olgunlaşmamış anlayışlarıyla tutarlıdır. Çeldirici B ve D, katılımcıların kavram yanlışlarına dair bir içseldik sağlamaya hizmet etmez, bunun yerine anket katılımcılarına maddenin görünüş geçerliliğini sağlamak için mevcuttur. Katılımcıların neden çeldirici A'yı B veya D'den çok daha fazla tercih ettikleri açık değildir. Slater ve arkadaşlarının (2015) çalışması bu sonucu desteklemekte ve bu konunun araştırma için zengin bir alan olabileceği konusunda görüşlerini belirtmektedirler.

Tablo 5*Madde 2'ye ilişkin seçenek analizi*

2. Yukarıdaki çizim, belirli bir günün öğle saatlerinde yıldızların konumunu göstermektedir. İkizler (Gemini) takımyıldızını gece yarısı aynı konumda görmek için ne kadar süre beklemeniz gerekir?

- a. 12 saat
- b. 24 saat
- c. 6 ay
- d. 1 yıl
- e. İkizler (Gemini) gece yarısı bu konumda hiç görülmez.

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	133	33,6	-0,22
B	47	11,9	-0,10
C	85	21,5	0,33
D	21	5,3	-0,16
E	110	27,8	0,08

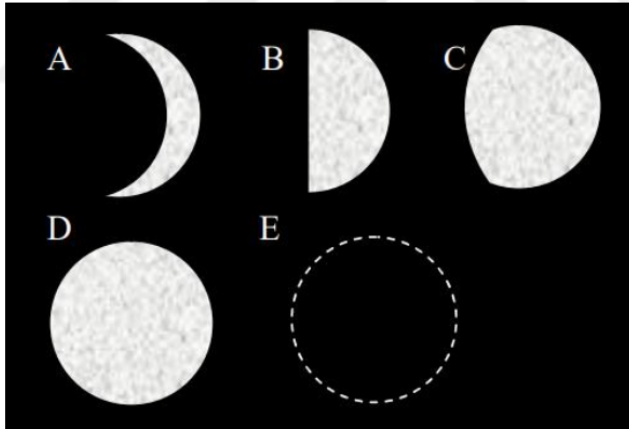
Şekil 3*TOAST ölçeğinin 2. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılım grafiği*

Bu maddenin çeldiricileri iyi çalışmaktadır fakat çeldirici E pozitif değer almıştır. Bu değer her ne kadar sıfıra yakın olsa da bu çeldirici diğerleri gibi iyi düzeyde çalışmamıştır.

Şekil 3'de, soru 2'nin sonuçlarında, katılımcıların Cevap A'yi tercih ettiği görülürken, neredeyse eşit sayıda katılımcı tercihlerini Dikkat dağıtıcı C ve E arasında paylaştığı da görülmektedir. Dikkat dağıtıcı A, önceki maddede olduğu gibi "sabit yıldızlı bir gökyüzü" modeli düşüncesine sahip olan katılımcılara hitap ederken yıldızların gökyüzünde Güneş gibi hareket etmediği bir gökyüzü, Madde 1'deki katılımcılardan gelen cevapları doğrulayan veriler sağlamaktadır. Stork (2014) ve Slater'in (2015) çalışmaları da bu yorumu desteklemektedir.

Tablo 6

Madde 3'e ilişkin seçenek analizi



3. Varsayın ki, Ay'ın doğu ufkundan ilk yükselirken yeni ay evresinde olduğunu görüyorsunuz. Aynı günün ilerleyen saatlerinde, Ay'ın gökyüzündeki en yüksek noktasında nasıl görüneceğini gösteren görsel hangisidir?

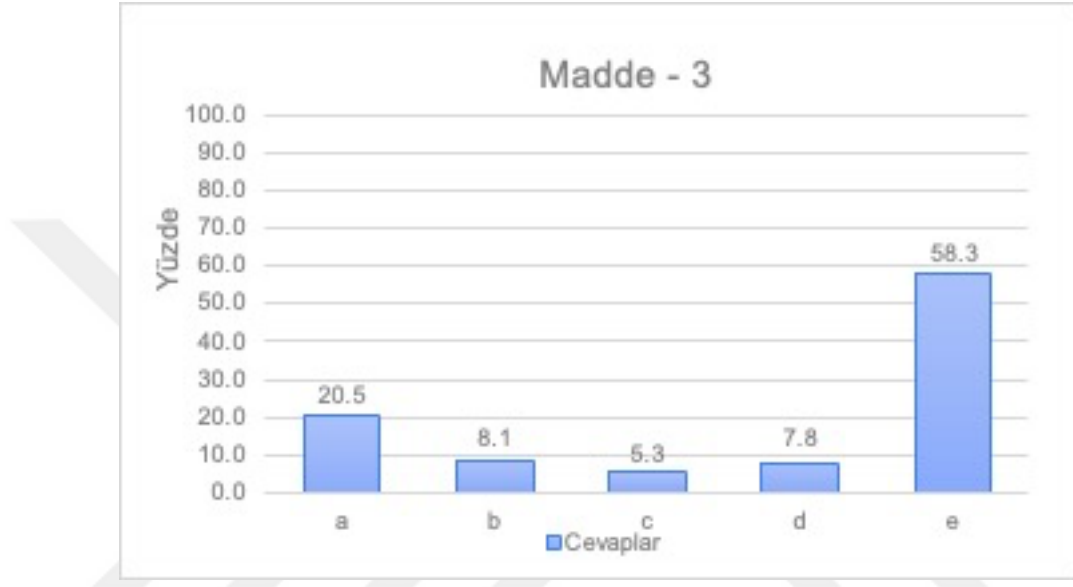
a. A
b. B
c. C
d. D
e. E

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	81	20,5	-0,03
B	32	8,1	-0,21
C	21	5,3	-0,25

D	31	7,8	-0,20
E	231	58,3	0,38

Şekil 4

TOAST ölçeğinin 3. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılım grafiği

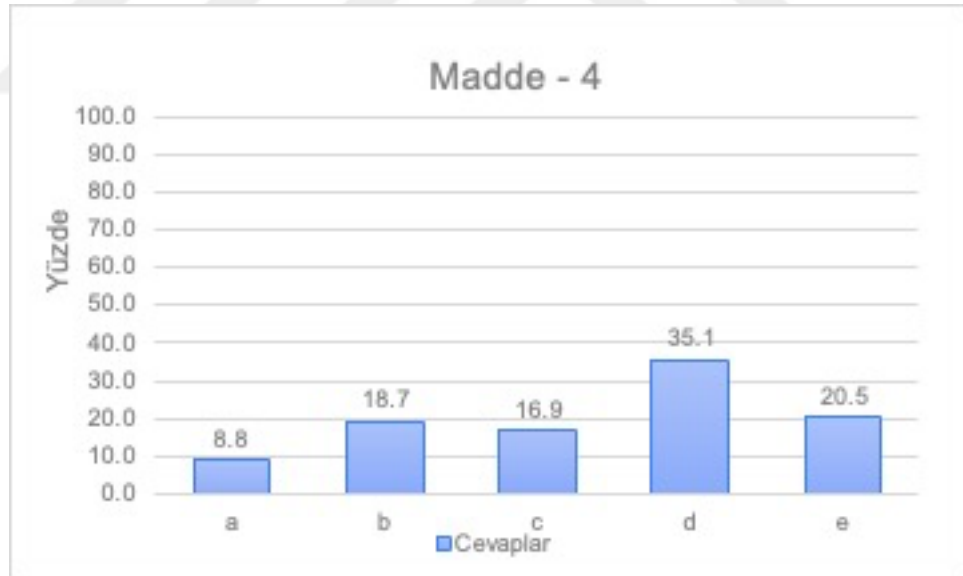


Bu maddenin tüm çeldiricileri iyi çalışmaktadır. 3. soruya ilişkin sonuçlarda, katılımcılar cevap E'yi tercih etmiştir, ancak dikkat dağıtıcı A'dan etkilenen önemli sayıda katılımcının var olduğu da görülmektedir. Dikkat dağıtıcı A, Dünya'nın her dönüşü sırasında Ay'ın görünümünün önemli ölçüde değiştiğine dair zihinsel bir modele sahip katılımcılara hitap etmektedir (Slater, 2015). Lindell (2004) tarafından daha önce yapılan bir araştırma, bu düşüncüyü en ince ayrıntısına kadar derinlemesine incelenmiş ve gelecekte yapılacak çalışmalara önemli bir alan bırakmıştır.

Tablo 7*Madde 4'e ilişkin seçenek analizi*

4. Ekim ayının ilk günü Amerika kıtasında bulunuyorsunuz. İki hafta sonra öğle saatlerinde Güneş'in konumu nasıl olacaktır?
- a. Kuzeye doğru hareket etmiş olacaktır.
 - b. Gökyüzünde daha yüksek bir konuma hareket etmiş olacaktır.
 - c. Aynı konumda kalacaktır.
 - d. Ufka daha yakın bir konuma gelmiş olacaktır.
 - e. Batıya doğru hareket etmiş olacaktır.

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_i)
A	35	8,8	-0,06
B	74	18,7	-0,14
C	67	16,9	-0,15
D	139	35,1	0,37
E	81	20,5	-0,13

Şekil 5*TOAST ölçeğinin 4. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği*

Bu maddenin tüm çeldiricileri iyi çalışmaktadır. 4. soruya ilişkin sonuçlarda (Şekil 5), katılımcılar çoğunlukla cevap D'yi tercih etmiştir; daha küçük bir katılımcı grubu ise tercihlerini dikkat dağıtıcı B, C ve E arasında bölüştürmüştür.

Bu çeldiriciler, örneklemdaki katılımcıların genellikle mevsimler boyunca gözlemlenebilir gökyüzündeki değişimler hakkında belirsiz bir anlayışa sahip olduklarını ve Kuzey Yarımküre kışında Güneş'in gökyüzünde daha yüksekte olduğu düşüncesinde olduklarını göstermektedir. Slater'in çalmamasında (2015) üniversite öğrencilerinin kayda değer bir yüzdesinin buna inanmaya devam ettiğini görülmekte ve bu çalışmadaki katılımcıların cevapları ile de örtüşmektedir. Bu, Plummer (2009)'un, liseye başlayan pek çok öğrencinin mevsim boyunca Güneş'in konumundaki farklılığın oldukça belirgin olduğu bir orta enlem konumunda yaşamalarına rağmen gökyüzünde yaz güneşinden daha yüksekte olan bir kış güneşini tanımladıkları yönündeki bulgusuyla da örtüşmektedir. Bu sonuçlar, Sadler (1992) ve Slater (2006) tarafından onlarca yıl önce bildirilen bulgularla da örtüşmektedir.

Tablo 8

Madde 5'e ilişkin seçenek analizi

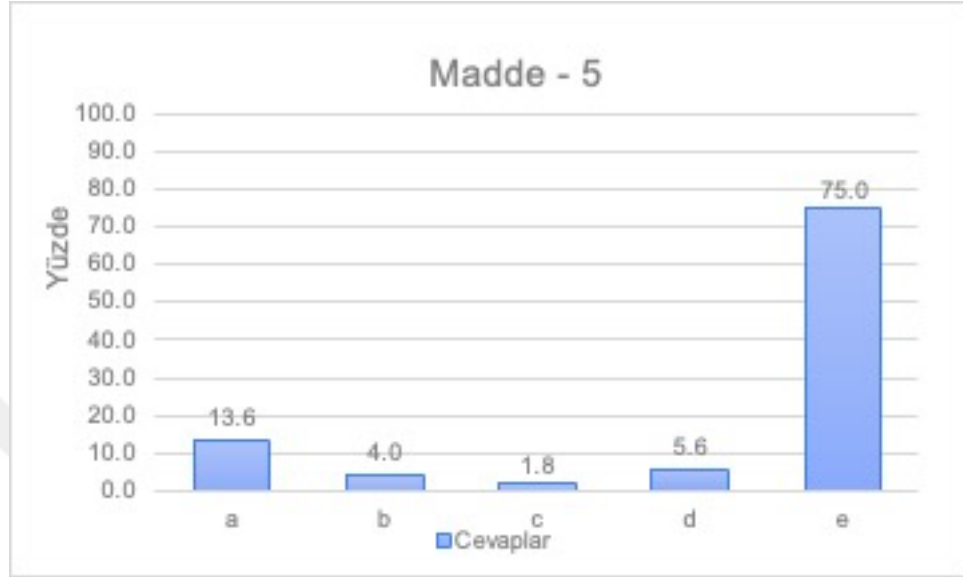
5. Hangi cümle Ay'ın evrelerden geçme sebebini en iyi açıklar?

- a. Dünya'nın gölgesi farklı zamanlarda ayın farklı bölgelerine düşer.
- b. Ay biraz yassıdır ve diske benzer. Onu gördüğümüz açıya bağlı olarak az veya daha çok yuvarlak görünür.
- c. Dünya'daki bulutlar, Ay'ın pozisyonunu örterek bizim gördüğümüz değişen evreleri meydana getirir.
- d. Dünya'dan yansıyan güneş ışıkları Ay'ı aydınlatır. Ay gökyüzünde daha aşağıdayken, gökyüzünde daha yüksek olduğu konuma göre daha az etkilenir.
- e. Ay'ın Dünya ve Güneş'e olan konumuna bağlı olarak aydınlanmış yüzünün sadece bir kısmını görürüz.

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	54	13,6	-0,17
B	16	4,0	-0,19
C	7	1,8	-0,07
D	22	5,6	-0,31
E	297	75,0	0,41

Şekil 6

TOAST ölçeğinin 5. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği



Bu maddenin tüm çeldiricileri iyi çalışmaktadır. Soru 5'in sonuçlarında (Şekil 6), katılımcılar cevap E'yi tercih etmiştir; daha küçük bir katılımcı grubu ise dikkat çeldirici A'ya ilgi göstermiştir. Baxter (1989), Skam (1994) ve Dai (1991) tarafından yapılan çalışmaların tümünde olduğu gibi, bu çalışmada da birçok kişinin Ay'ın evrelerinin, Dünya'nın Ay'ın üzerine düşen gölgesinden kaynaklandığına inandığını görüşünü göstermektedir. Bu çeldirici, literatürden de tahmin edildiği gibi katılımcıların dikkatini çekmektedir. Stork (2014), Slater ve arkadaşları (2015)'in yaptığı çalışmalar dan da elde edilen benzer bulgular, bu çalışmanın bulgularını da desteklemektedir.

Tablo 9

Madde 6'ya ilişkin seçenek analizi

6. Saat 18:30'da Mars'ı doğuda yükselirken gördüğünüzü hayal edin. Altı saat sonra, gökyüzünün en yüksek noktasındayken Mars'ı görmek için hangi yöne bakardınız?

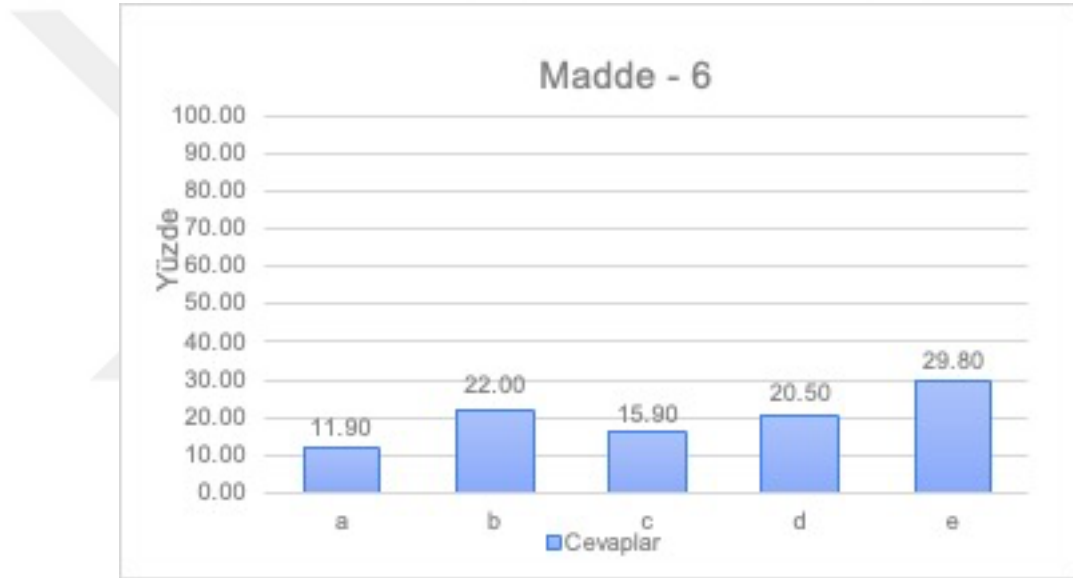
- a. Kuzeye doğru
- b. Güneye doğru
- c. Doğuya doğru
- d. Batıya doğru

e. Doğrudan tepeye bakardım

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	47	11,9	-0,13
B	87	22,0	0,30
C	63	15,9	-0,17
D	81	20,5	-0,03
E	118	29,8	-0,02

Şekil 7

TOAST ölçeğinin 6. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiğı



Bu maddenin tüm çeldiricileri iyi çalışmaktadır. Ölçülen yanıtlarda, katılımcıların yanıtları B ve E şıklarında yoğunluk gösterirken, geri kalan yanıtlar ise diğer seçeneklere bölünerek dağılım göstermektedir. Bu tahminler yalnızca Dünya üzerindeki çok dar bir bölge için geçerli olduğu düşünülürse, demografik bilgilere göre araştırma ekibi ve katılımcıların da bu bölgelerde yaşamadığı düşünülürse bu sonucun, gözlem eksikliğinden ve Dünya'nın eğik bir eksen üzerinde döndüğü taktirde ne gibi sonuçlara sebep olduğu hakkındaki bilgilerin eksik anlaşılmasından kaynaklanabileceğı, ayrıca katılımcıların gök küredeki nesnelerin hareketleri hakkındaki yetersiz bilgilerinin olduğu yargısına da

varılabilir. Stork (2014), Slater ve arkadaşlarının (2015) yaptığı çalışmalarda bu bulguyu desteklemektedir.

Tablo 10

Madde 7'e ilişkin seçenek analizi

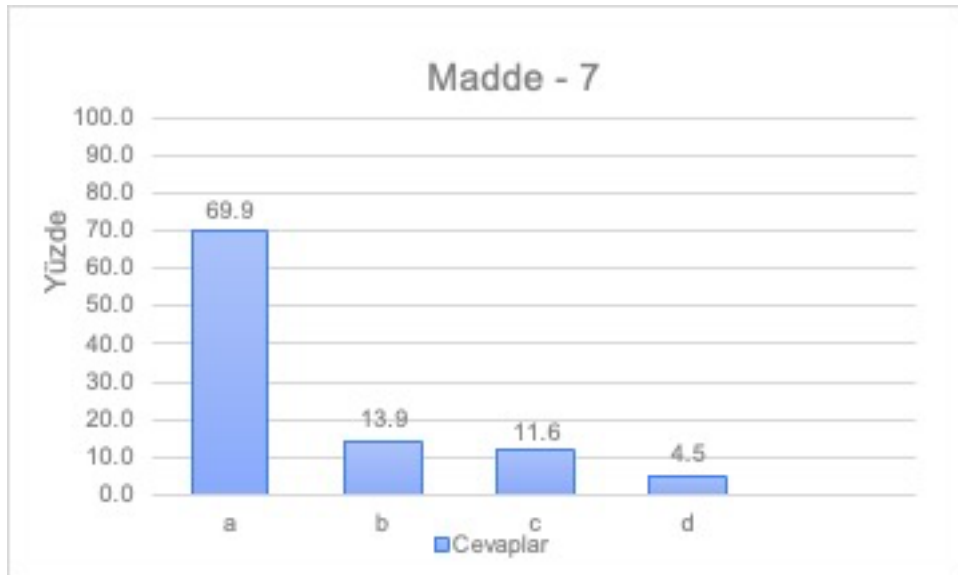
7. Dünya'nın hiçbir eğimi olmadan dik olduğunu hayal edin. Bu durum mevsimleri nasıl etkilerdi?

- a. Artık mevsimler arasında bir fark olmazdı.
- b. Yine de mevsimleri yaşardık, ancak fark daha az fark edilirdi.
- c. Yine de mevsimleri yaşardık, ancak fark daha belirgin olurdu.
- d. Mevsimleri temelde şimdiki gibi deneyimlemeye devam ederdik.

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	277	69,9	0,44
B	55	13,9	-0,24
C	46	11,6	-0,24
D	18	4,5	-0,19

Şekil 8

TOAST ölçeğinin 7. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği



Bu maddenin tüm çeldiricileri iyi düzeyde çalışmaktadır. Çoğunluk, doğru cevap olan A'yı tercih etmiş olsa da daha küçük bir katılımcı grubunun tercihlerinin dikkat dağıtıcı B ve C seçenekleri arasında dağılım gösterdiği görülmektedir. Bu dikkat dağıtıcı unsurlar, katılımcıların çoğunun Dünya'daki mevsimlerin nedeni hakkında belirsiz bir anlayışa sahip olduğunu göstermektedir. Bu bulguyu destekleyecek zengin bir literatür mevcuttur. Sadler (1992) ve Slater (2006) bu konular üzerinde çalışmış ve bu çalışmalar da geçmiş literatürdeki bulgularla örtüşmektedir (Atwood & Atwood, 1996; Schneps, 1988 ve Kikas, 2004). Bu sonuçlar, katılımcıların Dünya'nın eğiminin, mevsimsel değişikliklerde oynadığı rol hakkında belirsiz bir anlayışa sahip olduğunu göstermektedir (Slater ve ark., 2015).

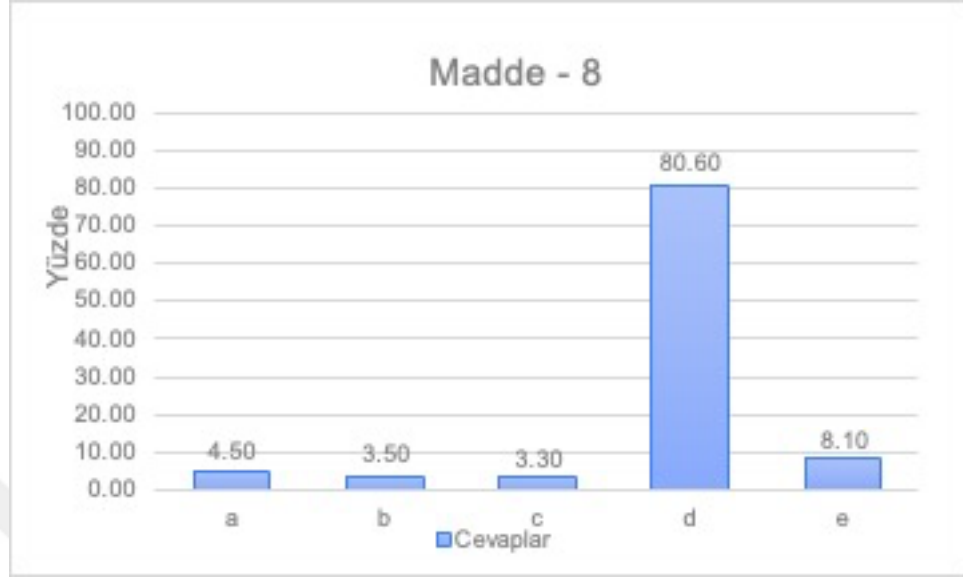
Tablo 11

Madde 8'e ilişkin seçenek analizi

8. Güneş gezegenimizi ısıtan enerjiyi nasıl üretir?			
a. Güneş'in içindeki gazlar yanar ve büyük miktarda enerji açığa çıkarır.			
b. Güneş'in içindeki gaz sıkıştığı zaman ısınır ve büyük miktarda enerji açığa çıkarır.			
c. Güneşte 'ki manyetik alanlı tarafından hapsedilmiş ısı, enerji olarak serbest bırakılır.			
d. Hidrojenler, helyuma dönüşür ve büyük miktarda enerji açığa çıkar.			
e. Güneşin çekirdeğinde bulunan radyoaktif atomlar bozunurken enerji yayar.			
Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r _j)
A	18	4,5	-0,24
B	14	3,5	-0,28
C	13	3,3	-0,20
D	319	80,6	0,49
E	32	8,1	-0,20

Şekil 9

TOAST ölçeğinin 8. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılım grafiği



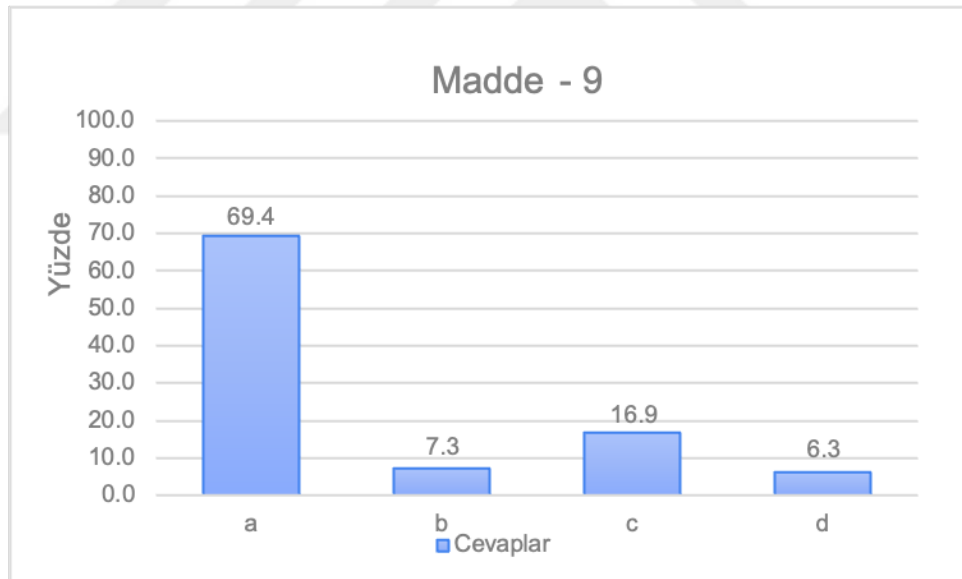
Bu maddenin tüm çeldiricileri iyi çalışmaktadır. Sekizinci soruya ilişkin sonuçlarda, Şekil 9'a baktığımızda örneklem grubunun büyük ölçüde cevap D'yi tercih ettiği görülmektedir; azınlıkta olan bir grup ise tercihlerini dikkat dağıtıcı A, B ve C ve E arasında bölüştürmüştür. Dikkat dağıtıcı A seçeneği, Güneş'in, içinde bulunan gazların yakılması yoluyla ışık ürettiğine dair yaygın bir inanca işaret ediyorken, dikkat dağıtıcı B ve C, muhtemelen günlük deneyimleri yansıtmakta, yani ısı üretmenin bilinen diğer yöntemlerinden bahsetmektedir. Bu alternatif inançlar Agan (2004) ve Bailey (2007) tarafından kapsamlı bir şekilde belgelenmiştir ve genel olarak bu çalışmanın sonuçlarıyla da tutarlıdır. Stork (2014), Slater ve ark. (2015)'nin bulguları bu çalışmanın bulguları ile de örtüşmektedir.

Tablo 12*Madde 9'e ilişkin seçenek analizi*

9. Büyük Patlama en iyi şu şekilde tanımlanır:

- a. Sonsuz küçüklükte bir enerji noktasından tüm madde ve uzayı oluşturan olay.
- b. Tüm maddeyi oluşturan ve uzaya saçan olay.
- c. Tüm madde ve enerjiyi uzay boyunca saçan olay.
- d. Gezegen sistemlerinin mevcut düzenini organize eden olay.

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	275	69,4	0,40
B	29	7,3	-0,19
C	67	16,9	-0,17
D	25	6,3	-0,29

Şekil 10*TOAST ölçeğinin 9. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği*

Bu maddenin tüm çeldiricileri iyi çalışmaktadır. 9. soruya ilişkin sonuçlarda, katılımcılar büyük ölçüde doğru cevap A'yı tercih ederken, diğer katılımcılar tercihlerini dikkat dağıtıcılar olan B, C ve D seçenekleri arasında seçim yapmıştır. Bu sonuç, her

çeldiricinin katılımcılar için nispeten çekici olduğunu göstermektedir. Stor (2014), Slater ve ark. (2015) çalışmalarındaki katılımcı cevapları ile benzer bir performans sergilenmiştir.

Bu soru, diğer ölçüm araçlarından uyarlanmak yerine, özel olarak TOAST için oluşturulmuş dört maddeden biridir. Bu soru, örneklemin büyük patlama ile ilgili inançlarının doğasını araştıran çalışmalara dayanarak oluşturmaktadır (Hansson ve Redfors, 2006; Prather, Slater ve Offerdahl, 2002; Wallace, 2011). Bu çalışmalar, büyük patlamanın önceden var olan boş alanı içeren bir olay olduğu düşüncesinin baskın olduğunu göstermektedir; birçok katılımcı da büyük patlamanın, büyük ölçekli nesneler (örneğin gezegenler) dahil olmak üzere hepsinin oluşumuna sebep olduğuna inanmaktadır. Elde edilen bu bulgulara göre ve bu maddenin sonuçlarına dayanarak, bu konu ile ilgili çok fazla çalışma olmadığı düşünülürse, büyük patlamaya ilişkin kavramların gelecekteki çalışmalarda önemli bir yeri olabileceği sonucuna varılabilir.

Tablo 13

Madde 10'e ilişkin seçenek analizi

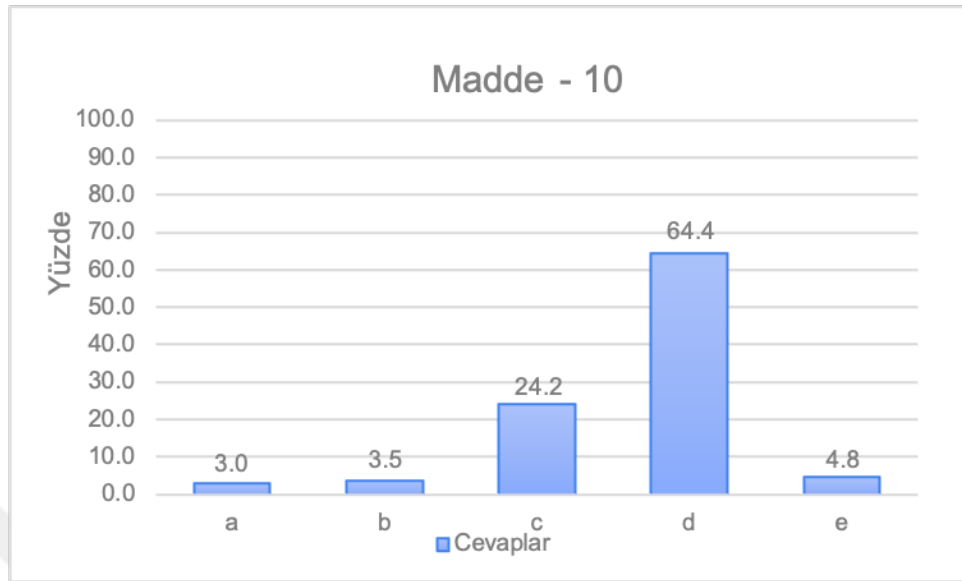
10. Aşağıdaki sıralamalardan hangisinde konular Dünya'ya en yakından, Dünya'ya en uzak olana doğru sıralanmıştır?

- a. Güneş, Ay, Güneş sistemimizin sınırı, Kuzey Yıldızı, galaksimizin sınırı
- b. Güneş, Kuzey Yıldızı, Ay, galaksimizin sınırı, Güneş Sistemimizin sınırı
- c. Ay, Kuzey Yıldızı, Güneş, Güneş Sistemimizin sınırı, galaksimizin sınırı
- d. Ay, Güneş, Güneş Sistemimizin sınırı, Kuzey Yıldızı, galaksimizin sınırı
- e. Kuzey Yıldızı, Ay, Güneş, galaksimizin sınırı, Güneş Sistemimizin sınırı

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	12	3,0	-0,23
B	14	3,5	-0,18
C	96	24,2	-0,29
D	255	64,4	0,50
E	19	4,8	-0,22

Şekil 11

TOAST ölçeğinin 10. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılım grafiği



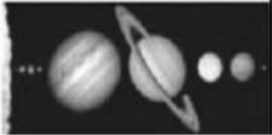
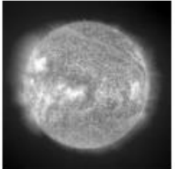
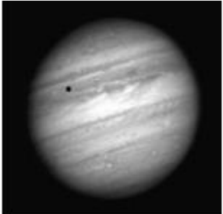
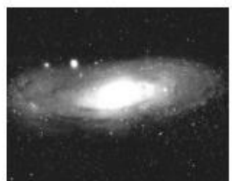
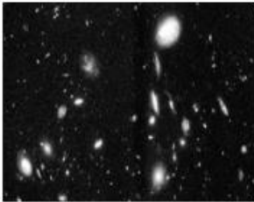
Bu maddenin tüm çeldiricileri iyi çalışmaktadır. Şekil 11'de bakıldığında 10. 10. soruya ilişkin sonuçlarda, katılımcılar çoğunlukla cevap D'yi tercih ederken, daha küçük bir örneklem grubunun da dikkat dağıtıcı C'yi tercih ettiği görülmektedir. Genel olarak, bu maddedeki puanlar birçok katılımcı Kuzey Yıldızı'nın ve buna bağlı olarak diğer yıldızların Dünya'ya Güneş'ten daha yakın olduğuna inandığını kuvvetle göstermektedir. Bu, Slater, Morrow ve Slater (2008) tarafından K-12 öğrencilerinin temel astronomik coğrafyayı anlamakta zorlandıklarını bildiren çalışmayla tutarlıdır.

Alternatif olarak bu sonuçlar, Slater (1993) ve diğerlerinin (yani Turkoğlu, Örnek, Gökdere, Süleymanoğlu ve Orbay, 2009) ve Vosniadou'nun (1992) K-12 öğrencilerinin öğretmenler hakkında düşündükleri bulgularıyla tutarlı olduğu şeklinde yorumlanabilir. Güneş ve yıldızlar temelde farklı nesnelerdir. Vosniadou'nun çalışmasında (1992), üzerinde çalıştığı öğrencilerin kültürel bir bilgi olarak Güneş'in bir yıldız olduğunu ifade ettiklerini, ancak daha fazla sorgulama sonrasında Ay'ı Güneş'ten daha çok yıldıza benzer olarak tanımladıklarını bulmuştur.

Fanetti (2001) benzer sonuçlar bulmuştur. Çalışması, üniversite öğrencilerinin Güneş-Dünya, Ay sistemi ve özellikle de göreceli büyüklük ve uzaklıklara ilişkin hatalı zihinsel modellerinin, onların bu kavram hakkında doğru bir şekilde akıl yürütmelerini engellediği fikrini güçlü bir şekilde desteklemektedir. Bu aynı zamanda hem K-12 öğretmenlerinin hem de K-12 öğrencilerinin Güneş ve yıldızları temelde farklı nesneler olarak algıladıkları bulgularıyla tutarlı olduğu şeklinde yorumlanabilir (Slater, 1993; Türkoğlu, Örnek, Gökdere, Süleymanoğlu ve Orbay, 2009; Vosniadou ve Brewer, 1992). Vosniadou ve Brewer'ın (1992) çalışmasında, öğrencilerin kültürel bir bilgi olarak Güneş'in bir yıldız olduğunu ifade ettiklerini, ancak daha fazla sorgulama sonrasında Ay'ı Güneş'ten daha yıldıza benzer olarak tanımladıklarını bulmuşlardır. Bu tür kavram yanılgılarında olan katılımcıların, bu nesnelerin doğasını tam olarak anlamadan boyut, mesafe ve görünümle ilgili fikirleri uygun şekilde uygulamadıkları görülmektedir (Slater ve ark., 2015).

Tablo 14

Madde 11'e ilişkin seçenek analizi

 A. Güneş Sistemi	 B. Güneş	 C. Jupiter
 D. Andromeda	 E. Galaksi Kümesi	 F. Nebula

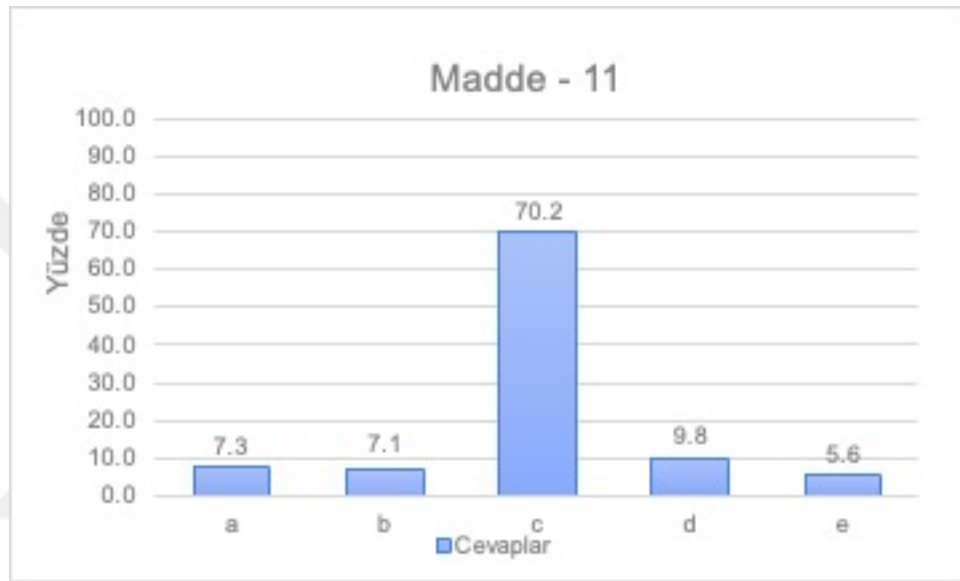
11. Bu nesnelerin boyutu için (küçükten büyüğe doğru) en uygun sıralama aşağıdakilerden hangisidir?

a. C<F<B<A<D<E
b. E<D<F<A<B<C
c. C<B<A<F<D<E
d. F<C<B<A<D<E
e. Yukarıdakilerden hiçbiri

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	29	7,3	-0,21
B	28	7,1	-0,25
C	278	70,2	0,50
D	39	9,8	-0,23
E	22	5,6	-0,16

Şekil 12

TOAST ölçeğinin 11. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelerik dağılım grafiğı



Bu maddenin tüm çeldiricileri iyi çalışmaktadır. 11. soruya ilişkin sonuçlarda, yanıt verenlerin neredeyse %70'i astronomik nesneleri boyutlarına göre doğru şekilde sıralayabilmektedir. Ankete katılanların geri kalan %30'unun sonuçları ise açıkça iyi anlaşılan kategorilerde yer almamaktadır; bu da katılımcıların bu konuda sadece tahmin yürütüyor olabileceklerini yani tahmini cevap verdiklerini düşündürmektedir. Slater ve Morrow (2010) bu sonuçlara göre astronomik coğrafyayı anlama konusunda temel bir eksikliğe işaret etmekte ve bu alanda daha fazla çalışma yapılmasını önermişlerdir.

Tablo 15

Madde 12'e ilişkin seçenek analizi

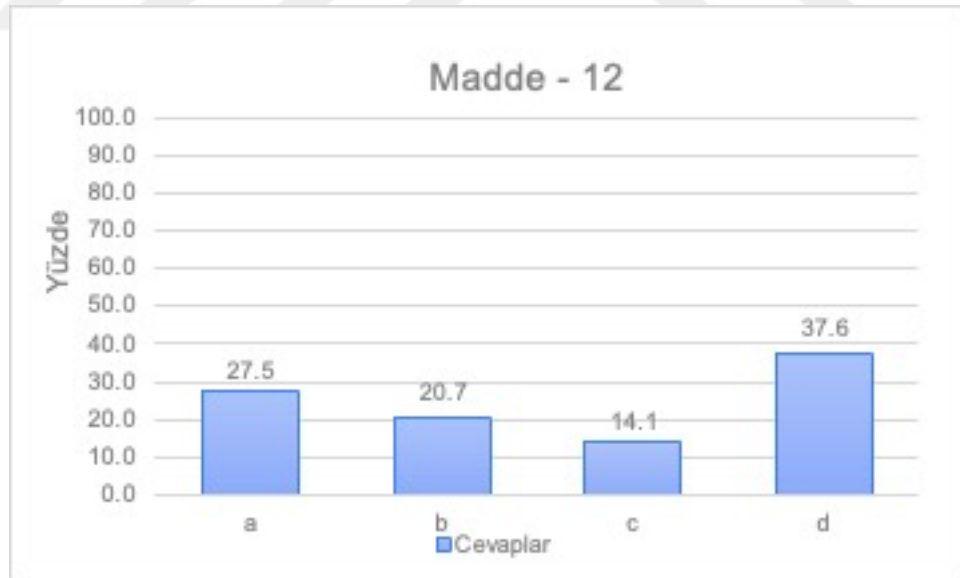
12. Dünya'nın yörüngesinin, Güneş'e olan mesafesinin asla değişmemesi için Güneş'in etrafında mükemmel bir daire olacak şekilde değiştirildiğini hayal edin. Bu durum mevsimleri nasıl etkilerdi?

- a. Mevsimler arasında bir fark göremezdik.
- b. Mevsimler arasındaki fark, şimdi olduğundan daha az fark edilir olurdu.
- c. Mevsimler arasındaki fark şimdi olduğundan daha belirgin olurdu.
- d. Mevsimleri şimdiki gibi yaşamaya devam ederdik.

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	109	27,5	-0,19
B	82	20,7	-0,15
C	56	14,1	-0,28
D	149	37,6	0,50

Şekil 13

TOAST ölçeğinin 12. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılım grafiği

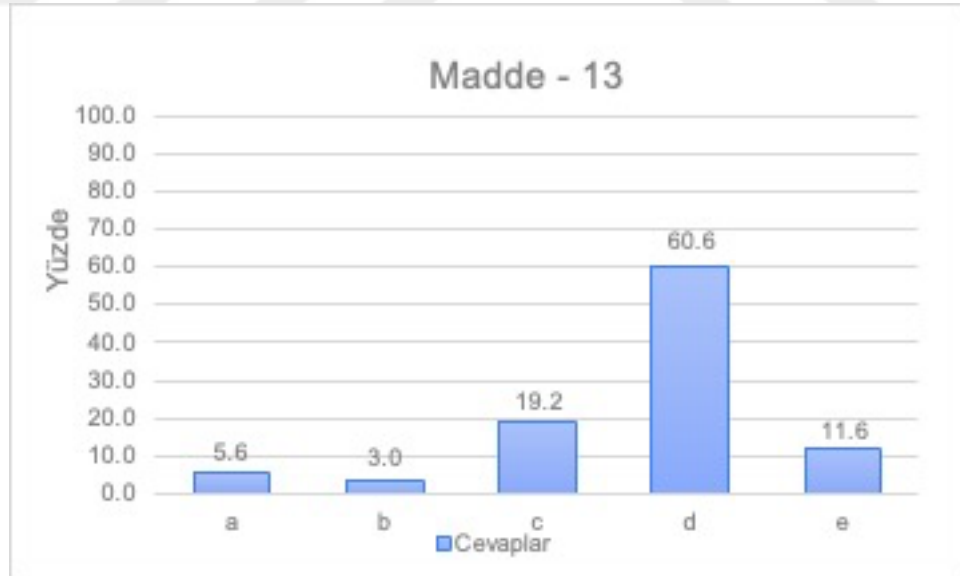


Bu maddenin tüm çeldiricileri iyi çalışmaktadır. 12. Maddeye ilişkin sonuçlarda, katılımcıların cevap D'yi tercih ettiği ve daha büyük bir katılımcı grubunun tercihlerini dikkat dağıtıcı A, B ve C arasında böldüğü görülmektedir. Bu sonuç, madde 7'nin sonucuna benzer ve bu yorumu desteklemektedir (Stork, 2014; Slater ve ark., 2015).

Tablo 16*Madde 13'e ilişkin seçenek analizi***13. Yıldız nedir?**

- a. Başka bir enerji kaynağından gelen ışığı yansıtan bir gaz topu.
- b. Dünya atmosferinde görülebilen parlak bir ışık noktası.
- c. Gazları yakarak enerji üreten sıcak bir gaz topu.
- d. Atomları birleştirip daha ağır atomlar haline getirerek enerji üreten sıcak bir gaz topu.
- e. Atomları daha hafif atomlara ayırarak enerji üreten sıcak bir gaz topu

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	22	5,6	-0,27
B	12	3,0	-0,15
C	76	19,2	-0,23
D	240	60,6	0,52
E	46	11,6	-0,24

Şekil 14*TOAST ölçeğinin 13. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği*

Bu maddenin tüm çeldiricileri iyi çalışmaktadır. 13. maddenin sonuçlarında, katılımcılar bilimsel olarak doğru cevap D'yi tercih ederken ikinci ağırlık olarak dikkat

Dağıtıcı C'yi tercih etmişlerdir. Madde ayırt edicilik indeksleri, maddenin anlayışı ölçmek için yeterince hassas olduğunu ve uygun bir şekilde işlediğini göstermektedir; Genel puanlarına göre astronomi içeriği hakkında genel olarak iyi bir anlayışa sahip görünen katılımcılar, doğru cevabı seçme eğilimindedir. Madde 8'in sonuçlarında olduğu gibi, dikkat dağıtıcı C, Bailey (2007) tarafından daha önce bildirilen, Güneşin malzemenin yakılması yoluyla ışık ürettiğine dair tarihsel inanca değinmektedir. Dikkat dağıtıcı B ve E, ortak deneyime göre ısı üretmenin bilinen diğer yöntemlerinden bahsetmektedir; bu da Agan (2004) 'ın, birçok öğrencinin Güneş'in ateşten veya "lavdan" oluştuğuna inandığına dair bulgularıyla uyumludur.

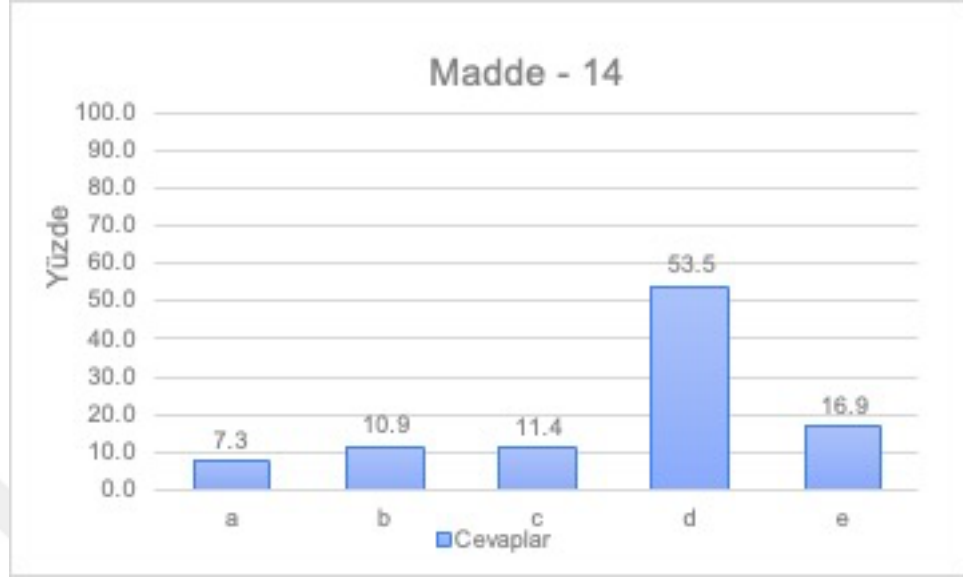
Tablo 17

Madde 14'e ilişkin seçenek analizi

14. Bir yıldızın hangi özelliği, o yıldızın yaşamının geri kalan özelliklerini belirler? a. Parlaklığı b. Sıcaklığı c. Rengi d. Kütlesi e. Kimyasal yapısı			
Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	29	7,3	-0,26
B	43	10,9	-0,26
C	45	11,4	-0,13
D	212	53,5	0,37
E	67	16,9	0,00

Şekil 15

TOAST ölçeğinin 14. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği



Bu maddenin tüm çeldiricileri iyi çalışmaktadır. 14. madde Yıldız Özellikleri Kavram Envanterinden alınmıştır (Bailey, 2007). Katılımcıların neredeyse yarısı doğru cevabı vermesine rağmen geri kalanının diğer çeldiricileri seçtiği görülmektedir. Bu da katılımcıların detaylı anlayışlarını veya sahip oldukları zihinsel modelleri açığa vurmak yerine büyük ölçüde tahminde bulunduklarını göstermektedir. Bu, daha önceki çalışmalarla tutarlı olup, katılımcıların bu alanda çok az sayıda güçlü kavramsal inanca sahip olduğunu göstermektedir. Bu, Comins'in (2001) güneşin/yıldızların sonsuza dek süreceği yanlışlığını inceleyen ve öğrencilerin inançlarını kolaylıkla değiştirdiklerini ortaya koyan çalışmasını desteklemektedir. Agan (2004) ayrıca lisans öğrencilerinin yıldız evrimi ve yıldız döngüleri hakkındaki yanlış anlamalarının öğretim sırasında erken dönemde ele alınması gerektiğini, çünkü bu düşüncenin yıldız özellikleri ve yıldız yaşam döngüleri arasındaki ilişkileri içeren zihinsel modeller geliştirme yeteneklerini engellediğini ileri sürmüştür. Bu sonuçlar maddenin işlevsel olarak yeterli olduğunu gösterse de Bailey'nin (2007) öğrencilerin yıldızlarla ilgili sorulara verdikleri yanıtların ayrıntılı açıklaması, öğrencilerin zihinsel mekanizmaları sorusuna değinmemekte ve bu durumun daha ileri araştırmalar için verimli

bir alan olabileceğini göstermektedir. Stork (2014), Slater ve ark. (2015) bulguları da bu bulgularla örtüşmektedir.

Tablo 18

Madde 15'e ilişkin seçenek analizi

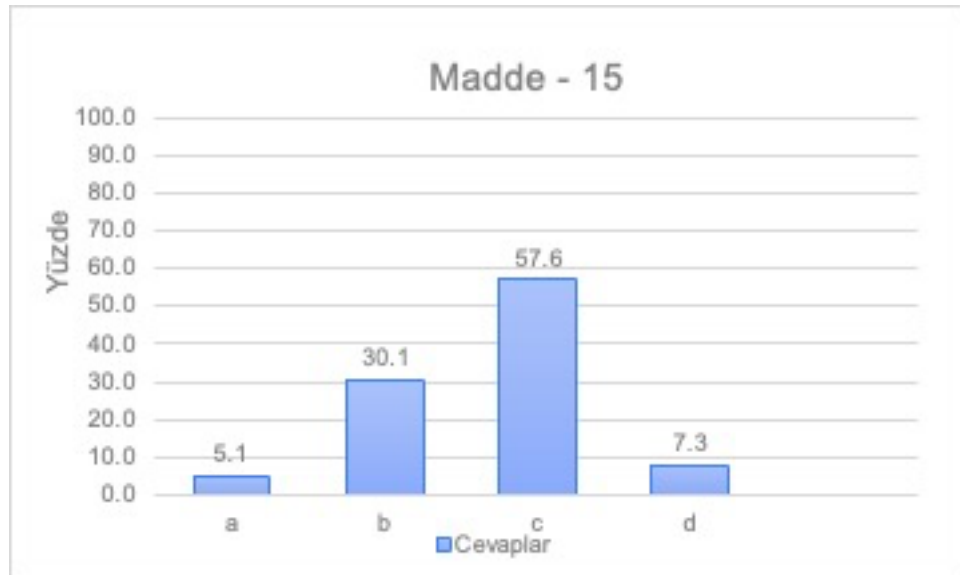
15. Evrenin nasıl değiştiğine dair mevcut kanıtlar bize aşağıdakilerden hangisini söylemektedir?

- a. Evrenin merkezine yakın olduğumuzu
- b. Galaksilerin boşlukta genişlediğini
- c. Galaksi gruplarının birbirinden uzaklaşıyor gibi görüldüğünü
- d. Yakındaki galaksilerin, uzaktaki galaksilerden daha genç olduğunu

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	20	5,1	-0,27
B	119	30,1	-0,23
C	228	57,6	0,40
D	29	7,3	-0,12

Şekil 16

TOAST ölçeğinin 15. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılım grafiği



Soru 15, özellikle TOAST için oluşturulmuş dört sorudan biridir ve fen eğitimi literatüründe çok az karşılaştırmalı bilgi mevcuttur. Bu soru öğrencilerin evrenin

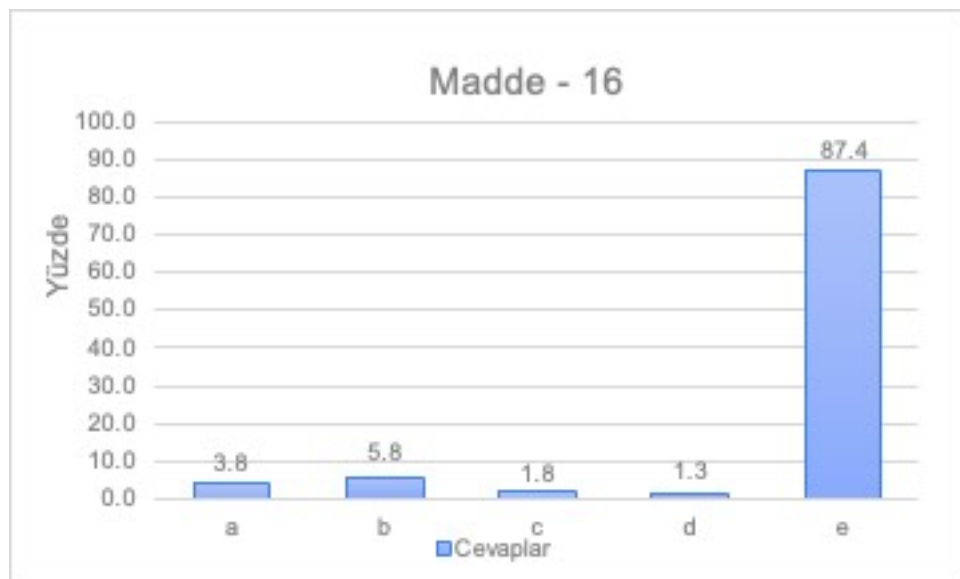
genişlemesine ilişkin görüşlerini araştırmak için tasarlanmıştır. Prather, Slater ve Offerdahl (2002) tarafından başlatılan çalışma kozmolojinin bu yönünü derinlemesine incelememektedir. Bu nedenle, TOAST' un baş geliştiricisi Slater (2014), bu soru için katılımcıların fenomenolojik ilkeleri veya yanlış anlamaları ile edindikleri kültürel bilgilerinin hatalı sentetik kavramlar oluşturmak üzere etkileşime girebileceği yolları tahmin etmek için uzun süredir astronomi eğitmenlerinin kolektif uzmanlığına güvenmiştir.

15. sorudan elde edilen sonuçlara göre, bu maddenin de tüm çeldiricileri iyi çalışmaktadır. Katılımcıların yarısından fazlası cevap C'yi tercih etmiştir, bu seçim için Madde Ayırt Etme İndeksinin gösterdiği gibi genel astronomi içerik bilgisinin daha yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Dikkat dağıtıcı A, tüm galaksilerin bizimkinden uzaklaşıyor gibi görüldüğü ifadesini, evrenin merkezinde olmamız gerektiği fikrine düşünen katılımcılara dikkat çekmeyi amaçlamaktadır. Dikkat dağıtıcı B, tüm galaksilerin merkezi bir noktadan dışarıya, önceden var olan boş alana doğru genişlediğine inanan katılımcıları çekmeyi amaçlamaktadır. Dikkat dağıtıcı B ile ilgili veriler, Madde 9'da toplanan verileri hatırlatmaktadır; burada yanıt verenlerin benzer bir yüzdesi, maddenin önceden var olan alana taşınmasını içeren bir kavramı belirlemektedir. Dikkat dağıtıcı D, "geriye bakma süresi" kavramını duymuş ancak bu fikri genişleme sorununa doğru bir şekilde uygulayabilecek kadar bütünleştirmemiş katılımcıların ilgisini çekmeyi amaçlamaktadır. Buna karşılık olarak, C seçeneği ise önceden var olan boş alan kavramını desteklemez, ancak yerçekimsel olarak bağlı birimlerin doğru anlaşılmasını yansıtır. Bu, gelecekteki astronomi eğitimi araştırmacıları için hala verimli olan kavramsal bir alandır (Slater ve ark. 2015).

Tablo 19*Madde 16'e ilişkin seçenek analizi***16.** Yıldızlar yaşamına şu şekilde başlar:

- a. Bir yıldız veya bir gezegenin parçası olarak
- b. Bir beyaz cüce olarak
- c. Dünya atmosferinde madde olarak
- d. Bir kara delik olarak
- e. Bir gaz ve toz bulutu olarak

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	15	3,8	-0,25
B	23	5,8	-0,27
C	7	1,8	-0,13
D	5	1,3	-0,15
E	346	87,4	0,43

Şekil 17*TOAST ölçeğinin 16. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılım grafiği*

Bu maddenin tüm çeldiricileri iyi çalışmaktadır. Bu soru Yıldız Özellikleri Kavram Envanterinden (SPCI) alınmıştır (Bailey, 2007). Bu soruda alınan cevap yüzdesinin, daha önceki çalışmalarda doğru ve yanlış cevap verenler olarak yarı yarıya bir dağılım verdiği görülürken, bu çalışmada cevaplar %80 diliminin de üzerinde doğru cevabın seçilmesiyle sonuçlanmıştır. Bu durumda, maddenin derin bir kavramsal fikirden ziyade bilgi düzeyindeki hatırlamayı test ettiği görülmektedir.

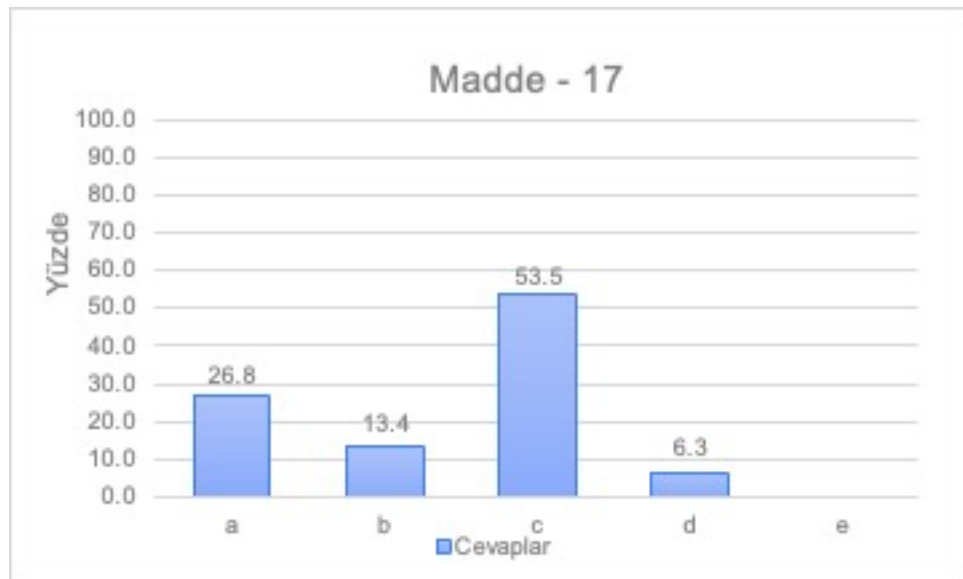
Tablo 20

Madde 17'e ilişkin seçenek analizi

17. Güneş, ömrünün sonuna geldiğinde ne olur? a. Kara deliğe dönüşür. b. Dünya'yı yok ederek patlar. c. Dış katmanlarını kaybederek, geride çekirdeğini bırakır. d. Kütlesi nedeniyle ölmez.			
Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	106	26,8	-0,35
B	53	13,4	-0,03
C	212	53,5	0,43
D	25	6,3	-0,20

Şekil 18

TOAST ölçeğinin 17. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği



Madde 17'nin sonuçları, Bailey'nin (2008) Güneş hakkındaki çalışmasıyla ilgili diğer TOAST maddelerine çarpıcı biçimde benzemektedir. Bu maddenin tüm çeldiricileri iyi çalışmaktadır. Buradaki sonuçlar, Güneş'le ilgili konuların eğitim ve öğretim sürecinde, büyük ölçüde yetersiz olduğu anlamına gelecek şekilde yorumlanabilir.

Tablo 21

Madde 18'e ilişkin seçenek analizi

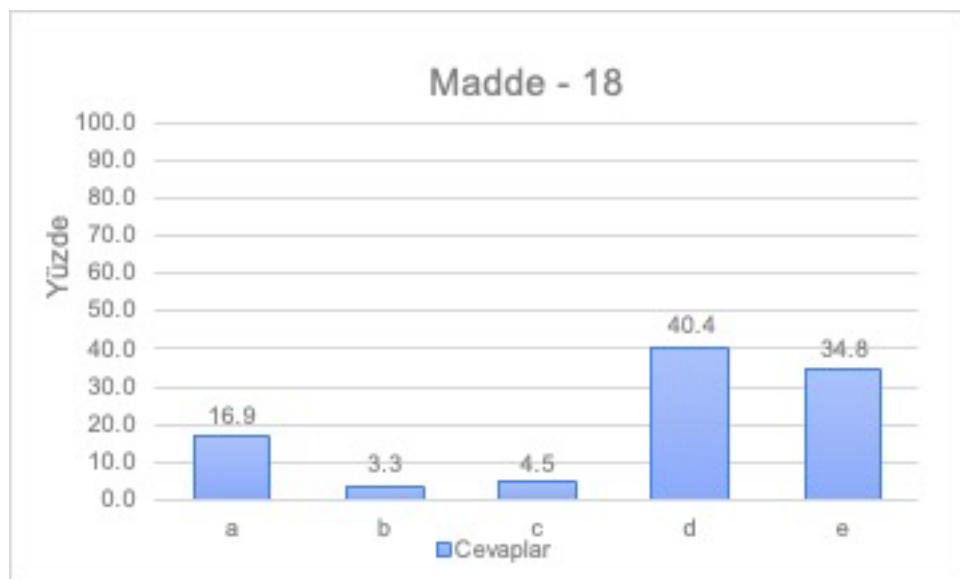
18. Güneş'e yakın bir uzay gemisindesiniz ve Plüton'a seyahat etmeye başladınız. Muhtemelen şu gök cisimlerinin yanından geçersiniz:

- a. Gezegenlerin.
- b. Yıldızların.
- c. Doğal uyduların (Ayların).
- d. Bu gök cisimlerinden herhangi ikisinin.
- e. Bunların hepsinin.

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	67	16,9	0,03
B	13	3,3	-0,25
C	18	4,5	-0,14
D	160	40,4	0,45
E	138	34,8	-0,34

Şekil 19

TOAST ölçeğinin 18. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılım grafiği



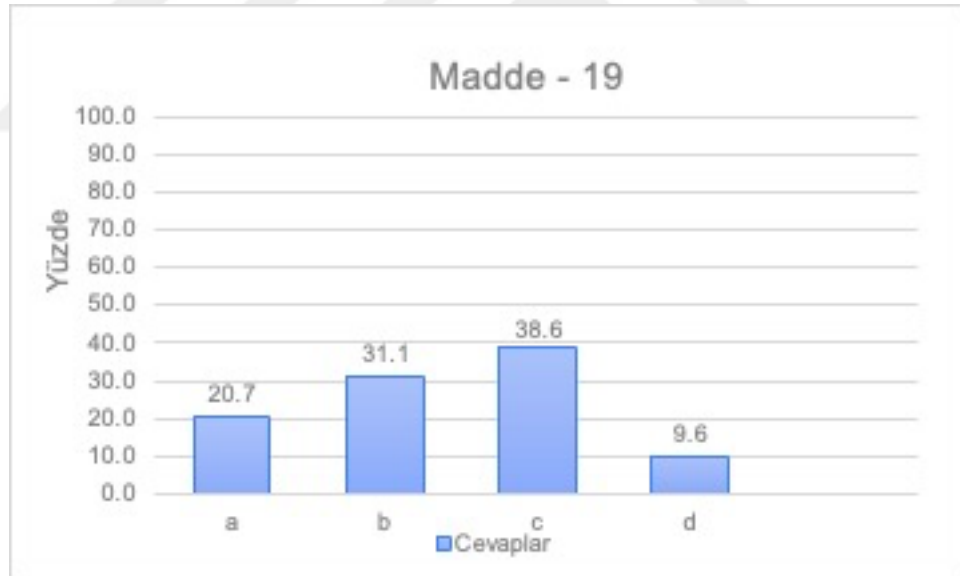
18. Soru, özellikle TOAST için oluşturulan dört sorudan biridir. Bu soru örneklemin güneş sisteminin yapısına ilişkin görüşlerini araştırmak için tasarlanmıştır. Bu sorunun, güneş sistemimizde yalnızca bir yıldız olduğunu bilen katılımcılarla ve çok sayıda yıldız olduğunu düşünen katılımcılar arasında başarılı bir ayrım yapabileceği düşünülmüştür.

Bu maddenin B, C ve E çeldiricileri iyi çalışmaktadır. Fakat çeldirici A pozitif değer almıştır. Bu değer her ne kadar sıfıra yakın olsa da bu çeldirici diğerleri gibi iyi düzeyde çalışmamıştır. Dikkat dağıtıcı E'yi seçen katılımcılar, gezegenler, aylar ve yıldızlardan oluşan bir güneş sistemi düşündüklerini belirtmişlerdir. Slater, Morrow ve Slater (2008) tarafından yapılan önceki araştırmalar, birçok lise öğrencisinin güneş sistemimizde çok sayıda yıldız olduğuna ve Kuzey Yıldızı gibi diğer yıldızların Dünya'ya Güneş'ten daha yakın olduğuna inandığını göstermektedir. Benzer şekilde, Agan (2004) öğrencilerin genellikle yıldızları büyük, uzaktaki nesnelerden ziyade yakındaki küçük nesneler olarak algıladıklarını bulmuştur. Bu sonuçlar, bu maddenin güneş sistemimizde yalnızca bir yıldız olduğunu bilen katılımcılar ile çok sayıda yıldız olduğunu düşünen katılımcılar arasında başarılı bir şekilde ayrım yapabileceğini göstermektedir. Ne yazık ki, cevap D'yi seçen katılımcıların güneş sisteminde başka yıldız olmadığını bildiklerini mi, yoksa güneş sisteminde gezegen veya ayların bulunmadığına mı inandıklarını belirttikleri belli değildir. A seçeneğini seçen katılımcılar ise güneş sisteminde sadece gezegenlerin var olduğunu düşünmektedir, bu da bilgi eksikliğinden ya da dikkatsizlikten kaynaklanıyor olabilir. Sonuçlara göre bu belirsizlikler bu alanda daha fazla araştırma yapılmasına gerek olduğunu göstermektedir.

Tablo 22*Madde 19'e ilişkin seçenek analizi***19.** Güneş'in etrafında dolanan gezegen sistemi nasıl oluşmuştur?

- a. Gezegenler, Güneş ile aynı maddelerden oluşmuştur.
- b. Gezegenler ve Güneş, büyük patlama sırasında oluşmuştur.
- c. Gezegenler, Güneş'in yer çekimi tarafından yakalanmıştır.
- d. Gezegenler, çekirdeklerindeki hidrojen füzyonundan oluşmuştur.

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	82	20,7	0,40
B	123	31,1	-0,23
C	153	38,6	0,06
D	38	9,6	-0,29

Şekil 20*TOAST ölçeğinin 19. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılım grafiği*

Madde 19, özellikle TOAST için oluşturulan dört maddeden biridir. Katılımcıların güneş sisteminin oluşumu hakkındaki görüşlerini araştırmak için tasarlanmıştır. Bu maddenin B ve E çeldiricileri iyi çalışmaktadır. Fakat çeldirici C pozitif değer almıştır. Bu değer her ne kadar sıfıra yakın olsa da bu çeldirici diğerleri gibi iyi düzeyde çalışmamıştır. Dikkat dağıtıcı B, büyük patlama sırasında katı maddelerin patlayıcı bir şekilde fırlatıldığı

Büyük Patlama kavramını ifade eden katılımcıları çekmek için tasarlanmıştır (Prather, Slater ve Offerdahl, 2002). Bu anlayış aynı zamanda madde 9'da da ortaya konmuştur. Dikkat dağıtıcı C, gezegen sistemimizin oluşumuna ilişkin daha eski, başarısız bir hipotezi temsil etmektedir. Dikkat dağıtıcı D, kültürel bilgileri parçalanmış, "çekirdekler" ve "füzyon" ile ilgili bilimsel fikirleri karıştıran katılımcılara hitap etmek için tasarlanmıştır (Vosniadou ve Brewer, 1992). 19. Sorudan elde edilen sonuçlarda katılımcıların en çok verdiği cevap C seçeneği olmuştur, bu da katılımcıların güneş sisteminin oluşumu ile ilgili kavram yanlışlarının olduğunu göstermektedir.

Tablo 23

Madde 20'e ilişkin seçenek analizi

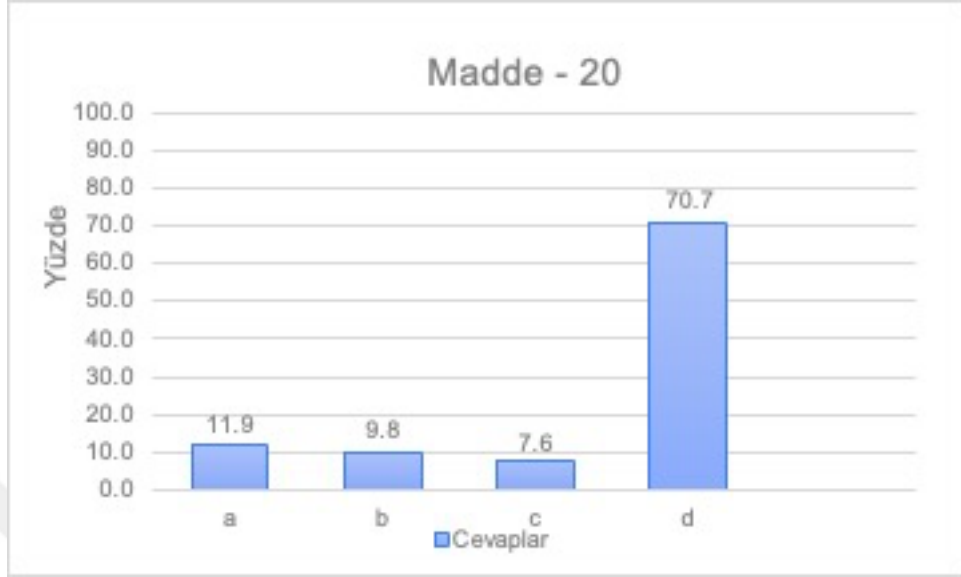
20. Aşağıdakilerden hangisi sizi şu anki ağırlığınızın yarısı kadar yapar?

- a. Dünya atmosferinin yarıya düşürülmesiyle.
- b. Güneş ile Dünya arasındaki mesafenin ikiye katlanmasıyla.
- c. Dünya'nın dönüş hızının yarıya indirilmesiyle.
- d. Dünya'nın kütlesinin yarıya indirilmesiyle.

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	47	11,9	-0,31
B	39	9,8	-0,22
C	30	7,6	-0,28
D	280	70,7	0,52

Şekil 21

TOAST ölçeğinin 20. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği



20. Sorudan elde edilen sonuçlara göre bu maddenin tüm çeldiricileri iyi çalışmaktadır. Örneklem grubunun çoğunluğu bu soruda sunulan çeldiricilere rağmen bilimsel olarak doğru cevap D'yi tercih etmişlerdir. A, B ve C çeldiricileri, kütleçekimi kuvvetinin havanın varlığı ile, gezegenlerin dönüş hızı ya da gezegenler ve Güneş arasındaki mesafe ile ilişkili olduğu yanlışlarını temsil etmektedir. Bu sonuçlar Treagust ve Smith (1989), Osborne ve Gilbert (1980), Philips (1991), Clark ve meslektaşları (2014) ve Schleigh ve meslektaşları (2015) tarafından bildirilen bulgulara dayanmaktadır. Fakat katılımcıların çoğunluğunun D seçeneğini tercih etmesi, örneklem grubunun bu konuda çok fazla kavram yanlışına düşmediğini göstermektedir.

Bu soru, Zeilik (2002)'nin çalışması Astronomi Teşhis Testi (ADT2)'den revize edilerek TOAST soruları arasına uyarlanmıştır. Orijinalinde E seçeneği de bulunmakta, bu seçenek; "yukarıdakilerden birden fazlası" şeklindedir. Bu seçeneğin kaldırılmasının en

önemli sebeplerinden biri, bu seçeneği seçenlerin hangi çeldiriciyi seçtiğinin tespit edilememiş olmasıdır (Slater ve ark. 2015).

Tablo 24

Madde 21'e ilişkin seçenek analizi

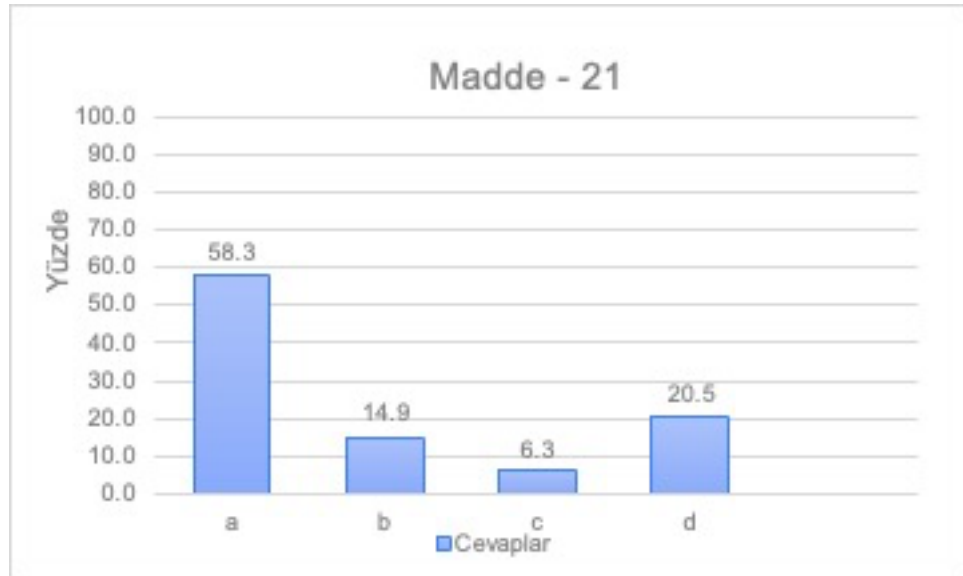
21. Astronotlar, uzay mekiğinin içinde Dünya yörüngesinde dolarken "havada süzülürler" çünkü:

- a. uzayda yer çekimi yoktur.
- b. uzay mekiği ile aynı şekilde düşerler.
- c. astronotlar Dünya atmosferinin üzerindedirler.
- d. uzay mekiğinin içinde daha az yerçekimi vardır.

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	231	58,3	-0,24
B	59	14,9	0,36
C	25	6,3	-0,12
D	81	20,5	0,04

Şekil 22

TOAST ölçeğinin 21. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği



Bu maddenin A ve C çeldiricileri iyi çalışmaktadır. Fakat çeldirici D pozitif değer almıştır. Bu değer her ne kadar sıfıra yakın olsa da bu çeldirici diğerleri gibi iyi düzeyde çalışmamıştır.

21. sorudan elde edilen sonuçlar, örneklemdeki öğretmenlerin yarısından fazlasının sunulan çeldiriciler cevap A'yı tercih ettiğini göstermektedir. A, C ve D çeldiricileri soru 20'nin analizinde alıntılanan aynı literatür temeline dayanmaktadır. Soru 20 gibi bu sorunun da ADT2'de şu anda mevcut olan bir sorudan değiştirildiğini unutmamak gerekmektedir. Değişiklik ve gerekçe yukarıda Soru 20 için bildirilenle aynıdır. Çeldirici E, "yukarıdakilerin birden fazlası" seklindedir ve TOAST aracı için bu seçenek kaldırılmıştır (Slater ve ark., 2015). Bu çalışmadaki örneklem grubunun A seçeneğini tercih etmelerini, 21. maddenin Türkçe'ye uyarlanmış versiyonundaki seçeneklerin yeterince açık ifade edilmemiş olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Bu konu yoruma ve çalışmalara açık görülmektedir.

Tablo 25

Madde 22'e ilişkin seçenek analizi

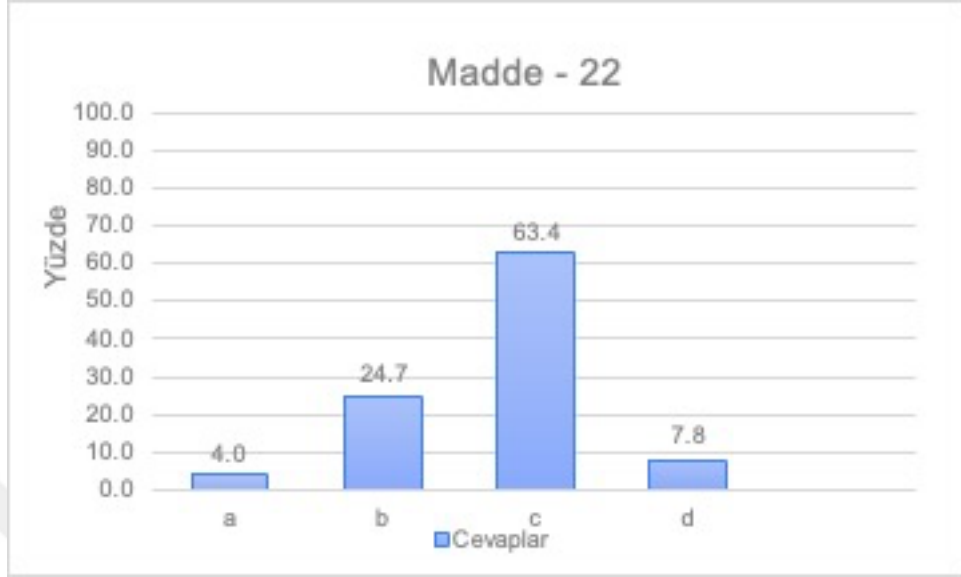
22. Boşluğa en uygun gelecek şıkkı yazın. "Elektronlar atomlardan ışık formunda enerji açığa çıkar."

- a. atomdan yayıldıklarında,
- b. düşük enerji seviyesinden yüksek enerji seviyesine geçerken,
- c. yüksek enerji seviyesinden düşük enerji seviyesine geçerken,
- d. atom çekirdeğinin etrafındaki yörüngelerinde hareket ederken,

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	16	4,0	-0,19
B	98	24,7	-0,29
C	251	63,4	0,47
D	31	7,8	-0,23

Şekil 23

TOAST ölçeğinin 22. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelerik dağılım grafiğı



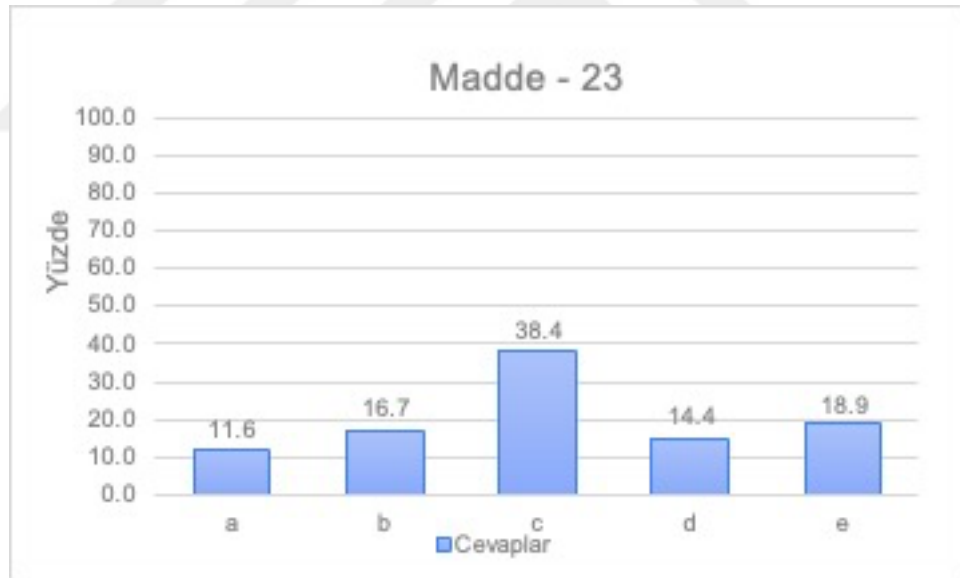
Bu soru için katılımcıların yarısından fazlasının doğru cevabi vererek iyi performans gösterdikleri görölmektedir.

Bu TOAST sorusu daha önce Bardar ve meslektaşlarının (2006) rapor ettiğı çalışmaya dayanmaktadır. Ancak Bardar'ın çalışması, katılımcıların neden dikkat dağıtıcıları seçiyor olabileceklerine dair özel bir neden belirtmemektedir. Bu noktada Bardar'ın çalışmasının daha fazla bilgi vermemesi nedeniyle araştırma ekibinin çıkardığı sonuç, doğru cevabi veremeyen katılımcıların muhtemelen tahminde bulunduğı yönündedir. Bu sonucun, daha fazla araştırma için potansiyel olarak verimli bir alan sağladığı düşünölebilir (Slater ve ark., 2015).

Tablo 26*Madde 23'e ilişkin seçenek analizi***23.** Görünür ışık ve radyo dalgalarının karşılaştırılmasına dair aşağıdakilerden hangisi doğru olur?

- a. Radyo dalgaları daha düşük bir enerjiye sahiptir ve görünür ışıktan daha yavaş hareket eder.
- b. Görünür ışık, radyo dalgalarından daha kısa dalga boyuna ve daha düşük bir enerjiye sahiptir.
- c. Radyo dalgaları daha uzun dalga boyuna sahiptir ve görünür ışıkla aynı hızda hareket eder.
- d. Görünür ışık daha yüksek bir enerjiye sahiptir ve radyo dalgalarından daha hızlı hareket eder.
- e. Radyo dalgaları, görünür ışıktan daha kısa dalga boyuna ve daha yüksek enerjiye sahiptir.

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	46	11,6	-0,21
B	66	16,7	-0,20
C	152	38,4	0,49
D	57	14,4	-0,07
E	75	18,9	-0,18

Şekil 24*TOAST ölçeğinin 23. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılım grafiği*

Bu maddenin tüm çeldiricileri iyi çalışmaktadır. Bu soru da ADT2 aracından alınmıştır. Slater ve meslektaşları (1999), ADT2 doğrulama sonuçlarında, birçok katılımcının, temelde farklı cevap verseler bile, ışık dalgalarının doğasını akustik ses dalgalarının doğasıyla kolayca karıştırdığı sonucuna varmışlardır. Bu araştırmanın

bulguları, elektromanyetik spektrum konusunda mesleki gelişimde acilen ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Çünkü elektromanyetik spektrumun anlaşılmasının genellikle astronomi öğreten veya öğrenen herkes için temel olarak kritik bir alan olduğu yargısına varılmaktadır (Stork, 2014). Türkiye’de de bu alan üzerinde daha çok çalışma yapılması gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 27

Madde 24’e ilişkin seçenek analizi

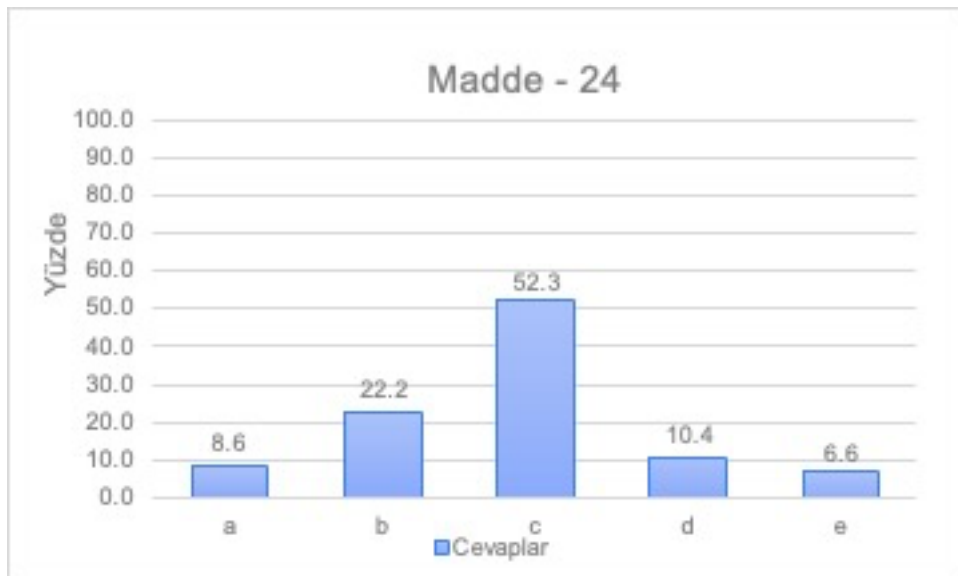
24. Oturduğumuz sandalyenin plastiğini oluşturan atomlar şu şekilde oluşmuştur:

- a. Güneşin içinde
- b. Güneşin oluşumundan önce var olan bir yıldız tarafından
- c. Büyük Patlama anında
- d. yaklaşık 100 milyon yıl önce
- e. erken evrenin farklı bir bölümünde uzak bir galakside

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	34	8,6	0,02
B	88	22,2	0,40
C	207	52,3	-0,16
D	41	10,4	-0,16
E	26	6,6	-0,16

Şekil 25

TOAST ölçeğinin 24. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılım grafiği



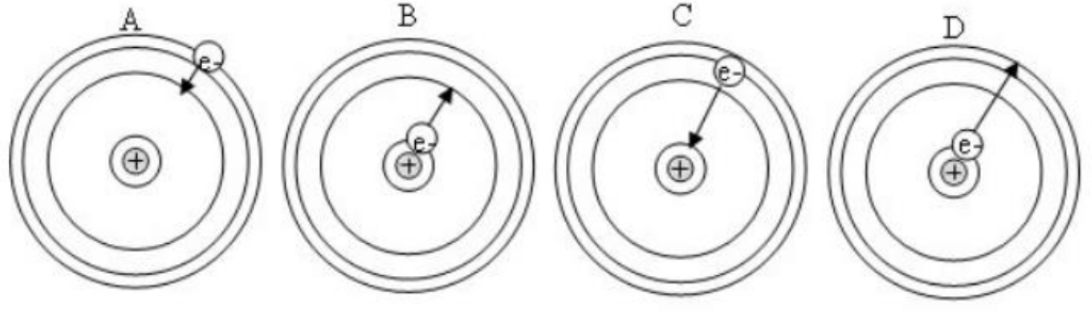
Bu maddenin C, D ve E çeldiricileri iyi çalışmaktadır. Fakat çeldirici A pozitif değer almıştır. Bu değer her ne kadar sıfıra yakın olsa da bu çeldirici diğerleri gibi iyi düzeyde çalışmamıştır.

Madde 27, TOAST için özel olarak tasarlanmış dördüncü maddedir, örneklem grubunun güneş sistemi ve gezegen oluşumuna ilişkin düşüncelerini araştırmayı amaçlamaktadır.

Şekil 25'e bakıldığında, katılımcıların %50'den fazlasının doğru cevap C şıkkını seçtiği görülmektedir. Büyük patlama anında ağır elementlerin oluşumuyla ilgili olan 24. madde çeldirici C'nin sonuçları daha popüler bir seçim olmasının sebebidir. Ağır elementlerin, katı maddelerin ve hatta tam oluşmuş nesnelerin büyük patlama olayıyla ilgili olduğu düşüncesi, madde 9 ve 19'da burada görülen sonuca benzer bir sıklıkla ortaya çıkmıştır. Bu verilerdeki bir diğer ilginç detay ise çeldirici A ile ilgilidir. Çeldirici A, belirli durumlarda yıldızların çekirdeklerinde ağır element oluşumunun meydana geldiği, kültürel olarak aktarılan fikri yanlış uygulayabilecek katılımcıları çekmek için tasarlanmıştır. Bu seçenek yüksek bir sıklıkta seçilmemiştir. Bu maddeye ilişkin sonuçlar, bunun gelecekteki astronomi eğitimi araştırmaları için verimli bir alan olduğunu göstermektedir.

Tablo 28

Madde 25'e ilişkin seçenek analizi



25. Hangi atom en büyük enerjiyle ışığı soğurur?

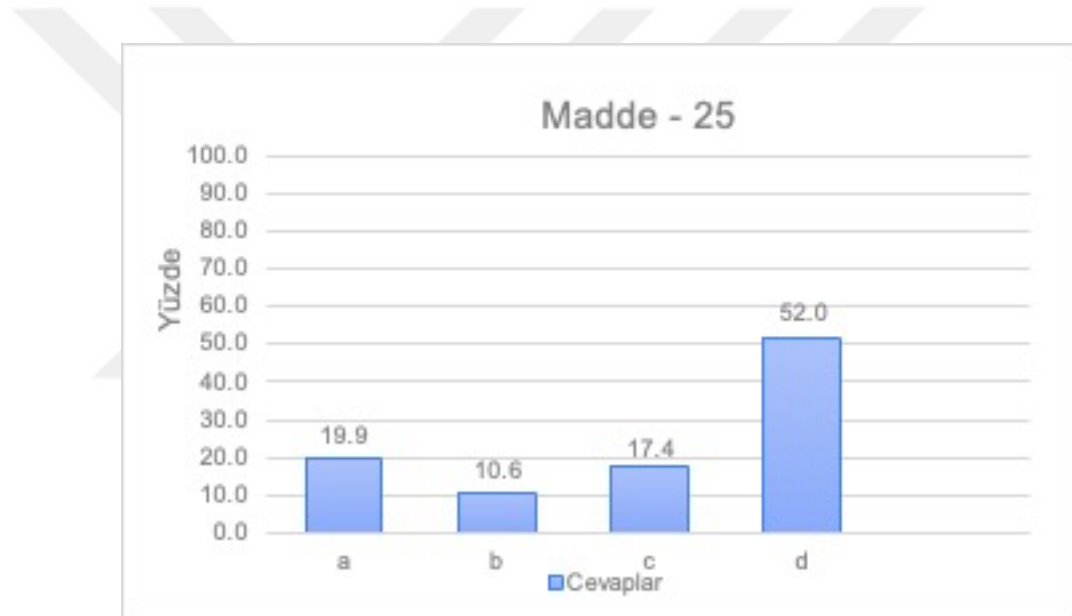
a. A
b. B
c. C

d. D

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	79	19,9	-0,20
B	42	10,6	-0,21
C	69	17,4	-0,08
D	206	52,0	0,34

Şekil 26

TOAST ölçeğinin 25. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiğı



Tablo 29

Madde 26'e ilişkin seçenek analizi

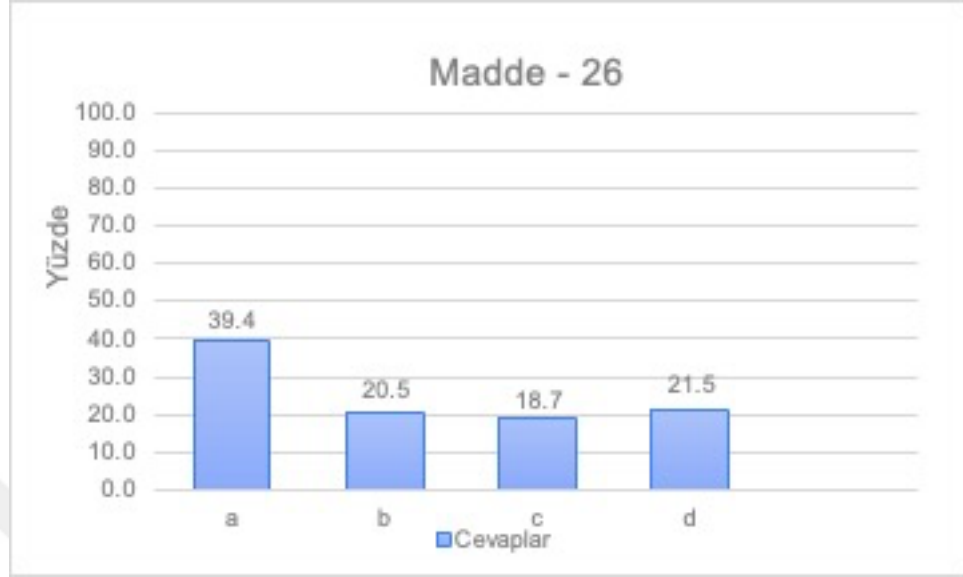
26. Hangi atom en kısa dalga boyunda ışık yayar?

- a. A
- b. B
- c. C
- d. D

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	156	39,4	-0,04
B	81	20,5	-0,11
C	74	18,7	0,31
D	85	21,5	-0,14

Şekil 27

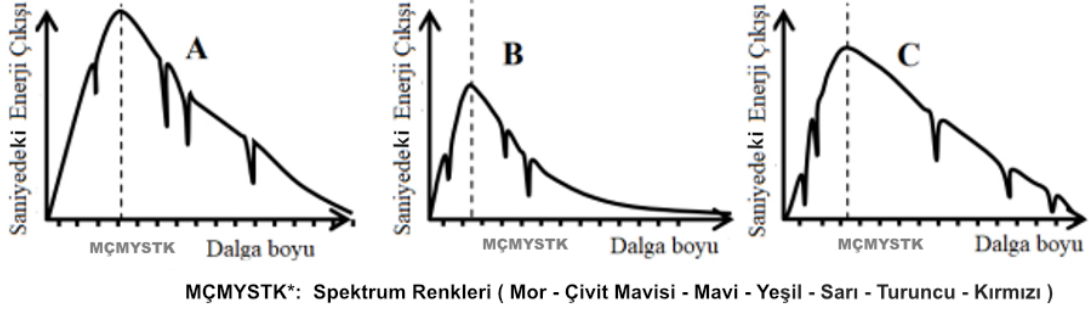
TOAST ölçeğinin 26. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği



Madde 25 ve madde 26'nin tüm çeldiricileri iyi çalışmaktadır. 25. ve 26. sorularda katılımcılardan aynı şekle bağlı olarak yanıtlanması istenmekte ve bu sorularda ışık üretimine ilişkin anlayışlarını dört genel atomda meydana gelen eylemlere doğru bir şekilde uygulamaları beklenmektedir. Katılımcıların verdiği yanıtlara göre katılımcıların, her iki soruda da ışığın soğrulma ve salınması ile ilgili kafa karışıklıklarının olduğunu görülmektedir. Yanıt verenlerin yanıtlarının doğruluğu, yanıtlayanların atom enerji seviyeleri veya elektron yörüngelerini olarak algılamalarına bağlı olmamalıdır. Bu madde LSCI'den alınmıştır ve Barder, Prather, Brecher ve Slater (2006) ve bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, bu maddelerin uygun şekilde çalıştığını öne sürse de kaynak materyal çeldiricilerin gerekçelerini göstermemektedir. Bu durum katılımcıların atom enerji seviyelerindeki elektron hareketini ile yanlış yorum yaptığını gösterebilir.

Tablo 30*Madde 27'e ilişkin seçenek analizi*

27. Aşağıdaki grafikler, bilinmeyen A, B, C nesnelerinin enerji çıkışına karşı dalga boyunu göstermektedir. Nesnelerden hangisi en yüksek sıcaklığa sahiptir?

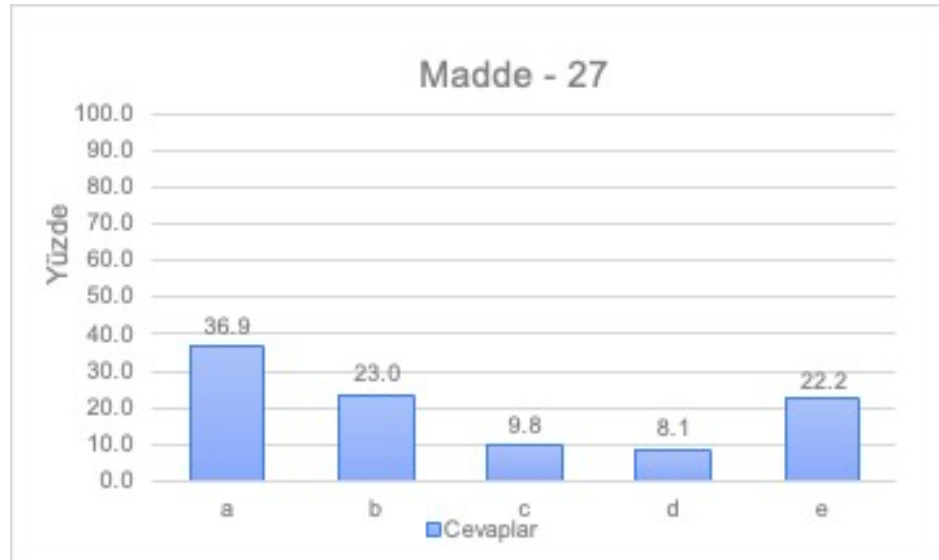


- a. A
- b. B
- c. C
- d. Her üç nesne de aynı sıcaklığa sahiptir.
- e. Cevap bu bilgilerle belirlenemez.

Seçenek	Frekans (n)	Yüzde (%)	Nokta çift serili (r_j)
A	146	36,9	-0,12
B	91	23,0	0,13
C	39	9,8	0,08
D	32	8,1	-0,17
E	88	22,2	0,06

Şekil 28

TOAST ölçeğinin 27. maddesi için katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılım grafiği



27. Soruya ilişkin sonuçlara bakıldığında, örneklem grubunun verdiği cevaplara göre katılımcılar için bu sorunun zorlu bir madde olduğunu görülmektedir. Bu öge aynı zamanda LSCI'dan alınmıştır. Önceki LSCI maddelerinde olduğu gibi Slater ve ark. (2015)'nin çalışmalarında bu maddenin de uygun şekilde çalıştığı görülmekte ancak kaynak belgeler çeldiricilere ilişkin temel bir gerekçe sunmamaktadır. Bu çalışmada ise TOAST aracına doğrulayıcı faktör analizi uygulandığında madde 27'nin yapısal olarak uyumlu sonuçlar göstermediği görülmüştür. Fakat daha önce yapılan çalışmalarda seçenek analizi yapıldığı için, bu madde için katılımcıların verdiği cevaplara göre seçenek analizi bu çalışmada da incelenmiştir. Örneklem grubu çoğunluklu olarak Dikkat Dağıtıcı A'yı ve bilimsel olarak doğru cevap B'ye tercih etmiştir.

A seçeneği yıldızının en yüksek sıcaklığa sahip yıldız olması gerektiğini belirlemek için Stefan-Boltzman ilişkisini gösterirken bu yorum, aynı katılımcıların her yıldızın tepe dalga boyunu (ve Wien Yasasını) göz ardı ettiklerini göstermektedir. Bu bulgular katılımcıların astronomi öğreniminde ortak deneyimleri yanlış kullandıklarını gösteren bir örnek olarak düşünülebilir. Bu kavram yanılgısı, örneklem grubunun bu konuyu anlamalarına yönelik çok fazla araştırma ve eğitim almadıklarından kaynaklı olabilir ya da genel grafiksel akıl yürütmeleri konusunda çok dikkatli olmadıklarının da bir sonucu olabilir.

Güvenirlilik Analizi

TOAST orijinal ölçekte maddelerin kendi içinde tutarlı olma derecesinin kanıtı olarak Cronbach alfa değeri 0,83 olarak hesaplanmıştır. Tutarlı bir ölçek olarak kabul edilecek bir dizi madde için yaygın olarak kabul edilen kesme değeri 0,70' tlr ve bu değer üstündeki ölçekler güvenilir ve tutarlı kabul edilir (Nunnally, 1978). Bu çalışmada ise KR-20 güvenirlik katsayısı 0,82 bulunmuştur. Fakat tüm maddeler iki değerli [0=yanlış,1=doğru] puanlandığı zaman, KR-20, Cronbach'ın alfa katsayısına eşit olmaktadır (Crocker& Algina, 1986). Elde edilen bu katsayıya göre uyarlaması yapılan testin oldukça güvenilir olduğu söylenebilir.

Bölüm 6

Sonuçlar ve Öneriler

Tezin bu bölümü, Astronomi Standartları Testi (TOAST)'nın, 250'sinin Fizik ve Fen öğretmenliği bölümlerinden bir örneklem grubunu oluşturan 396 katılımcıya uygulanmasıyla elde edilen sonuçları özetlemektedir.

Bu çalışmada TOAST ilk defa Türkçe'ye uyarlanmış ve bu ölçme aracı için ilk defa Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) yapılmıştır.

Bu analiz sonucunda toplanan verilerden elde edilen genel öneri, TOAST aracından fizik ve fen öğretmenliği alanlarından örneklem grubunun uluslararası ve Türkiye koşullarında fen eğitimi standartları, kriterleri ve çerçevelerince mesleki gelişimde başarılarını ölçmek için yararlanabileceğidir. İlk yapılan DFA analizinde madde 27'nin t değeri anlamlı çıkmamıştır. Anlamlı çıkmayan ve çok düşük faktör yüküne sahip maddelerin ölçekten çıkarılması uygundur, ayrıca 27. maddenin madde analizi de yapıldığında, madde ayırt ediciliğinin çok düşük olması sebebiyle de bu madde ölçekten çıkarılmıştır. Bu nedenle Türkiye koşullarında bu TOAST' un ilk 26 maddelik kısmının yapısal bütünlüğü sağladığı sonucuna varılmıştır.

Özet olarak model uyum indeksleri TOAST' un 27 maddeden oluşan tek faktörlü yapısının bizim kültürümüzde 26 maddeden oluşan tek faktörlü bir model olarak doğrulandığını ve veriye iyi düzeyde uyum sağladığı söylenebilir. Bu çalışmada güncellenmiş TOAST aracının oldukça geçerli ve güvenilir bir test olduğu sonucuna varılmıştır.

Ayrıca, TOAST maddelerinin seçenek analizlerinde ise elde edilen sonuçlara göre Güneş'in ve yıldızların doğası ile elektromanyetik spektrumun doğası da dahil olmak üzere astronomi eğitimi araştırmalarının çeşitli spesifik içerik alanlarında gelecekteki çalışmalara ihtiyaç olduğu sonucuna varılmaktadır.

Aynı zamanda, TOAST'un çoğu maddesine ilişkin sonuçlar, örneklem grubunun astronomik düşüncelerine ilişkin literatürün bütününe yansıttığı görülmüştür. Mevcut en geniş araştırmanın olduğu alanlarda (örneğin, ayın evreleri, mevsimler), madde sonuçları ile literatür arasındaki ilişki oldukça güçlü olduğu sonucuna varılmıştır.

Elde edilen bu sonuçlara göre uyarlaması yapılan 26 soruluk güncellenmiş TOAST aracının oldukça güvenilir bir test olduğu sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla bu çalışma, Türkiye'deki astronomi eğitimi ve araştırmasına katkı sağlayabilecek yeni bir değerlendirme-ölçüm aracının geliştirilmesi ya da uyarlanması için güvenilir bir referans özelliği göstermektedir.

TOAST'un öncelikle öğrencilerin astronomiye giriş dersiyle ilgili temel kavramlardaki ustalığının bir ölçüsü olarak kullanılması amaçlanmaktadır. 2012 Decadal araştırması'nda belirtildiği gibi TOAST, astronomi eğitim araştırma grupları tarafından belirlenen kriterlere yakın olması nedeniyle bu tür eğitime yardımcı olma becerisi açısından da benzersiz bir ölçme aracıdır (Deustua, Noel-Storr ve Foster, 2009). Bu kapasitede birden fazla şekilde kullanılabilir.

İlk olarak TOAST, bu çalışmada da olduğu gibi bireysel bir eğitmenin kursundaki öğretimi geliştirmek için kullanılabilir. Bir dersin başlangıcında bir arka plan bilgisi kontrolü olarak (Cross ve Angelo, 1993), bu test, eğitmenlere, astronomiye giriş dersinin tüm içeriğine ilişkin öğrencilerinin önceki kavramları hakkında bir fikir sağlayabilir. Pek çok alandaki eğitim araştırması literatürü, öğrencilerin ön bilgilerinin farkındalığının ve bunlara yanıt vermenin etkili öğretim için kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir (Bransford, Brown ve Cocking, 1999). Bu çalışmada olduğu gibi bu test, bir ön değerlendirme olarak yönetmek de mümkündür ve eğitmenin ASTRO 101 (Genel Astronomi) dersinin tüm içeriğine ilişkin öğrencilerin ön bilgileri hakkında bilgi edinmesine olanak tanımaktadır (Angelo ve Cross, 1993). Pek çok alandaki eğitim araştırması literatürü, öğrencilerin ön bilgilerinin farkındalığının ve bunlara yanıt vermenin etkili öğretim için kritik öneme sahip

olduğunu göstermektedir (Bransford, 1999). Öğretim sonrasında TOAST'u uygularken eğitimci kendi sınıflarındaki öğretimin etkililiğine dair kanıt toplayabilir ya da öğrencilere bir başarı testi olarak da uygulanabilir.

TOAST'un aynı zamanda okullarda dönemlik astronomi dersi alan ya da astronomi içeriği olan derslerde (fizik ve fen bilimleri) öğrencilere uygulandığında, astronomi eğitimi araştırması ya da sınıf düzeyinde araştırma yürütmek için bir araç olarak kullanılması, eğitimcinin veya araştırmacının farklı öğretim tekniklerinin veya stratejilerinin etkililiğini karşılaştırmasına da olanak tanır. Örneğin, bir eğitimci, öğrencilerin görünür gökyüzündeki gök cisimlerinin hareketlerine ilişkin anlayışlarının derse dayalı veya ders anlatımına ve tartışmaya dayalı öğretimden sonra gelişmediğini fark edebilir ve dersin bu kısmı için bir laboratuvar bileşeni eklemeye karar verebilir. TOAST bu konuyla ilgili bir alt ölçek oluşturacak yeterli sayıda madde içermektedir.

Bir uyarı olarak şu öneri verilebilir; tek bir eğitimci veya tutarlı bir eğitimci grubu için öğretim tekniklerini karşılaştırmanın, özellikle bu eğitimciler homojen gruplara ayıramadığında, birçok farklı eğitimci arasındaki öğretim tekniklerini karşılaştırmaktan farklı olduğunu unutmamak gerekir. Bu tür araştırma çalışmalarında TOAST'un veya herhangi bir aracın kullanılabilirliğinden söz edemeyiz. Analizden kasıtsız olarak çıkarılmış değişkenlerin ve önyargılı faktörlerin varlığı muhtemeldir ve sonuçları çarpıtabilir. Tüm araştırmalarda olduğu gibi, TOAST'un kullanımı iyi bir alçakgönüllülükle ve açıklanmayan değişkenlerin anlaşılmasıyla öğretme ve öğrenmenin karmaşıklığına ilişkin herhangi bir araştırmanın sınırlarının anlaşılmasıyla yapılmalıdır.

Eğitim çalışmalarında TOAST, astronomi derslerindeki öğretimin kalitesi ve etkisi hakkında ampirik olarak geçerli iddialarda bulunmak için kullanılabilir ve öğrencilerin astronomi kavramlarını öğrenme yetenekleriyle etkileşime giren çeşitli faktörleri araştırmak için uygulanabilir. Yayımlanmış bir dizi çalışma, TOAST'un anlamlı araştırma verileri sağlama yeteneğinin kanıtını sunmaktadır. Inge Heyer'in (2009) üniversite öğrencilerinin

uzamsal akıl yürütme becerileri ile astronomi öğrenme yetenekleri arasındaki etkileşimi konu alan çalışması; Theresa Moody'un (2010) mesleki gelişimin öğretmenlerin astronomi öğretmeye olan güveni üzerindeki etkisi üzerine çalışması; Dan Lyon'un (2011) sorgulama odaklı laboratuvarların öğrencilerin anlamalarını nasıl geliştirdiğine ilişkin çalışması; Debra Stork'un (2014) K-12 öğretmenlerinin ulusal standartlar ve çerçevelerle ilgili astronomi bilgileri üzerine çalışması; ve Coty Tatge'nin (Tatge & Slater, 2014) astronominin öğretilmesi ve öğrenilmesinde kültür ve dilin etkisine ilişkin mevcut çalışması, TOAST tarafından ölçülen astronomik içerik bilgisinin geniş anlık görüntüsünden yararlanabilecek çeşitli çalışmalar hakkında bazı fikirler sunmaktadır. Bu çalışmalar TOAST'un Türkçe'ye uyarlanma çalışmasına da büyük yol göstermiştir.

TOAST'un başarılı bir değerlendirme geliştirme sürecinin olması, diğer disipline dayalı eğitim araştırmaları için umut vaat etmektedir. TOAST'un oluşturulması büyük ölçüde mümkün olmasının sebebi daha önceki astronomi eğitimi araştırmacılarının tek konulu kavram envanterleri üzerine kapsamlı anket, röportaj ve madde geliştirmeden yararlanılmış olmasıdır.

TOAST çalışması örnek alınarak, farklı alanlarda kapsamlı tek konulu kavram envanteri oluşturulması mümkündür. Benzer şekilde, TOAST geliştirme sürecinden faydalanabilecek tek konu kavram envanterlerinden oluşan geniş bir kütüphaneye sahip olduğu için sosyal bilimler için de önemli bir kaynaktır. Sonuç olarak, TOAST'un kriterlerini oluştururken sistematik olarak yapıldığı gibi, bir alandaki geniş bilimsel bilgiyi neyin oluşturduğuna dair topluluğun fikir birliğini yeniden gözden geçirmek, yeni fen eğitimi standartları ve çerçeveleri sürekli olarak ufukta görüldüğü için tüm disiplinler için önemli bir rolü olduğu düşünülmektedir.

Bu gibi çalışmaların literatüre kazandırılması ile astronomi eğitimi araştırmalarında yeni alanlar açılacağı ve en önemlisi astronomi eğitiminin eğitim öğretimdeki yeri ve önemine ışık tutacağı öngörülmektedir.

Kaynaklar

- Akbulut, H. İ. ve Çepni, S. (2013). Science Student Teachers' Views About Their Competency in Teaching, *Malaysian Journal of Education*, vol.36, no.2, pp.1-8
- Agan, L. (2004). Stellar ideas: Exploring students' understanding of stars. *Astronomy Education Review*. 3(1), 77-97.
- Angelo, T. A., & Cross, K. P. (1993). *Classroom assessment techniques: A handbook for faculty*. Ann Arbor, MI: National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning
- Ananda, L. and Syulendi, S. 2023, Misconceptions of prospective physics teacher students on the period of lunar phases, *AIP Conf. Proc.* 2619, 090013, <https://doi.org/10.1063/5.0122687>.
- Arıkurt, E., Durukan, Ü. & Şahin, Ç. (2015). Farklı Öğrenim Seviyesindeki Öğrencilerin Astronomi Kavramıyla İlgili Görüşlerinin Gelişimsel Olarak İncelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4 (1), 66-91. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/amauefd/issue/1732/21260>
- Atwood, R. K., & Atwood, V. A. (1996). Preservice elementary teachers' conceptions of the causes of seasons. *Journal of research in science teaching*, 33(5), 553-563.
- Aslan, Z., Aydın, C., Demircan, O., Kırbıyık, H. ve Derman, E. (1996). *Astronomi ve Uzay Bilimleri Ders Kitabı*. Ankara: Tekışık Yayıncılık.
- Aslan, Z. (2006, 27-29 Mart). Astronomi neden okutulmalı? 2006 Tam Güneş Tutulması ve Astronominin Fen Bilimleri Eğitimindeki Yeri Sempozyumunda sunuldu, Antalya.

Azizah, S. N., Akhsan, H. , Muslim, M., and Ariskaet, M. 2022, Analysis of college students misconceptions in astronomy using four-tier test, *Journal of Physics: Conference Series* 2165 (2022) 012004 doi:10.1088/1742-6596/2165/1/012004

Bailey, J. M. (2007). Development of a concept inventory to assess students' understanding and reasoning difficulties about the properties and formation of stars. *Astronomy Education Review*, 6(2), 133-139.

Bailey, J. M., Johnson, B., Prather, E. E., & Slater, T. F. (2012). Development and validation of the star properties concept inventory. *International Journal of Science Education*, 34(14), 2257-2286.

Bailey, J. M. (2019). Measuring Students' Understanding in Astronomy with Research-based Assessment Tools. <https://doi.org/10.1088/2514-3433/ab2b42>.

Baki, A. (1999). Cebirle İlgili İşlem Yanılgılarının Değerlendirilmesi. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. M.E.B. ÖYGM.

Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington D.C.: National Academy Press.

Bardar, E. M. (2006). Development and analysis of spectroscopic learning tools and the light and spectroscopy concept inventory for introductory college astronomy. Ph.D. Dissertation, Boston University. (Order No. 3214908). Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/305364831?accountid=14793>

Bardar, E. M., Prather, E. E., Brecher, K., & Slater, T. F. (2006). Development and validation of the Light and Spectroscopy Concept Inventory. *Astronomy Education Review*, 5(2), 103-113

- Barringer D. F., Plummer, D. J., Kregenow, J., Palma, C. (2019). Gamified Approach To Teaching Introductory Astronomy Online. *Physical Review Physics Education Research*, 14, 010140. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010140>.
- Barringer, D., Kregenow, J. M., Palma, C., Plummer, J. (2015). Comparison of Student Performance in Video Game Format vs. Traditional Approach in Introductory Astronomy Classes. *American Astronomical Society Meeting* <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2015AAS...22532702B/abstract>
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal Of Science Education*, 11(5), 302 -313.
- Baybars, M. G., , Can, S. (2028), Middle School Students' Misconceptions about the Concepts of Astronomy, *International Education Studies*; Vol. 11, No. 11.
- Bekaert,H., Winckel, H. V., Dooren, W. V., Steegen,A., Cock, M. D. (2020). Design and validation of an instrument to test students' understanding of the apparent motion of the Sun and stars. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020135>
- Bektasli, B. (2013), Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Astronomi Hakkındaki Kavram Yanılgılarının Tespiti İçin Astronomi Kavram Testinin Geliştirilmesi, *Education and Science*, Cilt 38, Sayı 168. <http://eb.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/2056/601>
- Berriman, G. C. & Good, J. C. (2017). The Application of the Montage Image Mosaic Engine to the Visualization of Astronomical Images. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 129:058006 (15pp). <https://doi.org/10.1088/1538-3873/aa5456>
- Berryhill, K. J., Slater, T. F., Slater, S. J., Harbour, C., Forrester, J. H. (2016). Re-evaluating Traditional Predictors of Incoming Knowledge in Astronomy 101 and Implications for

Course Revitalization. American Geophysical Union, Meeting.
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2016AGUFMED23A0810B/abstract>

Berryhill, K. J., Slater, T. F. (2017). Opportunity to Learn: Investigating Possible Predictors for Pre-Course Test Of Astronomy STandards TOAST Scores. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, 4(2), 95-108.

Bisard, W., Aron, R., Francek, M. ve Nelson, B., (1994). Assessing seelcted physical science and earth science misconceptions of middle school through university pre-service teachers. *Journal of Collage Science Education*, 24(4), 38- 42.

Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. (2021). Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik SPSS ve LISREL uygulamaları. Ankara: Pegem Akademi

Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (1999). How people learn: Brain, mind, experience, and school. Washington D.C.: National Academy Press.

Bryce, T. G. K., Blown, E. J. (2006). Cultural mediation of children's cosmologies: A longitudinal study of the astronomy concepts of Chinese and New Zealand children. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1113-1160.

Bryce, T. G. K., Blown, E. J.(2006).Knowledge Restructuring in the development of children' cosmologies. *International Journal of Science Education*. 28(12), 1411-1462.

Canbazoğlu Bilici, S., Öner-Armağan, F., Kozcu-Çakır, N., & Yürük, N. (2012). Astronomi tutum ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması: Gerçeklik ve güvenirlik çalışması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(2), 116–127.

Clark, D.B, Meneske, M., D'Angelo, C., Price Schleigh, S. & Ozdemir, G. (2014). Exploring sources of variation in studies of knowledge structure coherence: Comparing force

meanings and force meaning consistency across two Turkish cities. *Science Education*. 98(1), 143-181.

Crocker, L. and Algina, J. (1986) *Introduction to Classical and Modern Test Theory*. Harcourt, New York, 527.

Cole, M., Cohen, C., Wilhelm, J., Lindell, R. (2018). Spatial thinking in astronomy education research. *Physical Review Physics Education Research*, 14, 010139. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010139>

Comins, N. F. (2001). *Heavenly errors: Misconceptions about the real nature of the universe*. New York: Columbia University Press.

Costa, I.A., Morais, C., Monteiro, M.J.P.F.G. (2020). Astronomy Condo – Development Of Teachers' Knowledge Of Astronomy Through A Citizen Science Project. *INTED2020 Proceedings*. <https://doi.org/10.21125/inted.2020.1741>

Çakır, S.Ö. ve Yürük, N. (1999). Oksijenli ve Oksijensiz Solunum Konusunda Kavram Yanılgıları Teşhis Testinin Geliştirilmesi ve Uygulanması. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. M.E.B. ÖYGM

Çalışkan, A. (2023). Ortaokul Öğrencilerinin “Evren” Kavramına Yönelik Algıları . *Journal of Multidisciplinary Studies in Education*, 7 (1), 1-15. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/jmse/issue/76587/1196030>

Çiftcibaşı, F., Karamustafaoğlu, S. & Bolat, A. (2023). ‘Güneş Sistemi ve Tutulmalar’ Ünitesine Yönelik Başarı Testi Geliştirilmesi. *Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7 (1), 1-26. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/guebd/issue/78877/1086889>

- Dai, M. F. W. (1991). Identification of misconceptions about the moon held by fifth and sixth graders in Taiwan and an application of teaching strategies for conceptual change. Doctoral Dissertation, University of Georgia
- Deustua, S., Noel-Storr, J., & Foster, T. (2009). In Support of Astronomy Education Research. In *astro2010: The Astronomy and Astrophysics Decadal Survey* (Vol. 2010, p. 9P).
- Delain, K. M. (2015). The Impact Of Integrated Telescope Use On Attitudes And Conceptual Understanding Of Introductory Astronomy Students. Master's Thesis, Montana State University.
- Derrett, A. (2021). "As clear as night and day". Using models to aid students' conceptual understanding of space and the Solar System in a Year 8 science class. *Journal of Trainee Teacher Education Research*, 12, 572-608. <https://doi.org/10.17863/CAM.83617>
- Dogan, F. & Özdemir, B. (2020). Developing an Achievement Test about 7th Grade "Solar System and Beyond" Unit: Analysis of Validity and Reliability. *Journal of Computer and Education Research*, 8(16), 476-502. <https://doi.org/10.18009/jcer.719913>
- Dykstra, D. I., Boyle, C. F. & Monarch, I. A. (1992). Studying conceptual change in learning physics. *Science Education*, 76, 615-652.
- Durukan, Ü. G. & Sağlam Arslan, A. (2013). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Temel Astronomi Kavramlarını İlişkilendirme Durumlarının Analizi . *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1 (2), 97-109. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/fbod/issue/71979/1157957>.

- Düşkün, İ. (2011). Güneş-Dünya-Ay Modeli Geliştirilmesi ve Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Astronomi Eğitimindeki Akademik Başarılarına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Malatya.
- Emrahoğlu, N. & Öztürk, A. (2009). Fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi kavramlarını anlama seviyelerinin ve kavram yanlışlarının incelenmesi üzerine boylamsal bir araştırma. Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 18(1), 165-180.
- Eryılmaz, A., & Tatlı, A. (1999). ODTÜ öğrencilerinin mekanik konusundaki kavram yanlışları. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. M.E.B. ÖYGM.
- Eckstein, S. G. & Shemesh, M. (1993). Stage theory of the development of alternative conception. Journal of Research in Science Teaching, 30, 45-64.
- Fanetti, T. M. (2001). The relationships of scale concepts on college age students' misconceptions about the cause of the lunar phases (Master's thesis, Iowa State University).
- Fitzgerald, M., McKinnon, D. H., Danaia, L., Deehan, J. (2015). A Large-Scale Inquiry-Based Astronomy Intervention Project: Impact on Students' Content Knowledge Performance and Views of their High School Science Classroom. Res Sci Educ, Springer, 46:901–916. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9486-6>
- French, D. A. (2016). Snapshots of Authentic Scientific Inquiry and Teacher Preparation: Undergraduate STEM Courses, Preservice and Inservice Teachers' Experiences. Thesis (Ph.D.), University of Wyoming, 78-09(E)166 p.
- French, D. A., & Burrows, A. C. (2017). Inquiring astronomy: Incorporating student-centered pedagogical techniques in an introductory college science course. Journal of College Science Teaching, p. 24-32

- Gali, F. & Venukapalli, S. (2021). Does Visual-Spatial Cognition Affect Children's Astronomical Experiences?. *European Journal of Education Studies*, 8(1).
<http://dx.doi.org/10.46827/ejes.v8i1.35222>
- Ghetti, A. (2017). Metodi e strumenti per una didattica attiva dell'Astronomia nella scuola secondaria. Master's Thesis. Scuola di Scienze, Università degli studi di Padova.
- Guffey, S. K. (2021). Establishing A Consensus Of Geology Concepts Using U.S. National Science Education Reform Documents. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, 8(2), 91–112. <https://doi.org/10.19030/jaese.v8i2.10408>
- Guffey, S. K., Slater, S. J., Slater, T. F. (2015). New Contemporary Criterion-Referenced Assessment Instruments for Astronomy & Geology: TOAST & EGGS. IAU General Assembly, Meeting. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2015IAUGA..2257417G/abstract>
- Guffey, S. K., Slater, T. F., Slater, S.J. (2017). Development Of The EGGS Exam Of Geology Standards To Measure Students' Understanding Of Common Geology Concepts. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, 4(1), 25–62.
<https://doi.org/10.19030/jaese.v4i1.99733>
- Hacısalıhoğlu, H. (2006, Mart). Matematik öğretimi ve astronomi. 2006 Tam Güneş Tutulması ve Astronominin Fen Bilimleri Eğitimindeki Yeri Sempozyumunda sunuldu, Antalya.
- Hansson, L., & Redfors, A. (2006). "Swedish Upper Secondary Students' Views of the Origin and Development of the Universe," *Research in Science Education*, 36, 355.

- Hennig F., Lipps ,M., Ubben,M. S., Bitzenbauer, P. (2023), From the Big Bang to Life beyond Earth: German Preservice Physics Teachers' Conceptions of Astronomy and the Nature of Science, *Educ. Sci.*,13(5), 475
- Heyer, I. (2012). Understanding the Correlations Among Undergraduates' Spatial Reasoning Skills and Their Ability to Learn Astronomy Concepts. *American Astronomical Society, Meeting.*
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2012AAS...21922702H/abstract>
- Heyer, I., Slater, S. J., Slater, T. F. (2011). Preliminary correlational data on the relationships between undergraduates' spatial reasoning skills and their ability to learn space science concepts. *American Geophysical Union, Meeting.*
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2011AGUFMED13C0827H/abstract>
- Heyer,I., Slater, S. J., Slater, T. F. (2013). Establishing The Empirical Relationship Between Non-Science Majoring Undergraduate Learners' Spatial Thinking Skills And Their Conceptual Astronomy Knowledge. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, 16, 45-61.
- Hu, L. T., and Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55.
- Janelle M. Bailey, Doug Lombardi (2015). Blazing The Trail For Astronomy Education Research. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, 2(2), 77-88
- Kalkan H., Kalkan S., Ustabaş, R. (2006, Eylül). İlk ve orta öğretim öğretmen adaylarının temel astronomi konularındaki kavram yanılgıları. *G. Ü. E. F. 7. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi* sunulan bildiri.
- Kaptan, F. (1999). *Fen bilgisi öğretimi*. Ankara: MEB Yayınları.

Karip, E. (Ed.) (2012). Ölçme ve değerlendirme. (5. Baskı). Ankara: Pegem Akademi

Keçeci, T. (2012). İlköğretim Öğrencilerinin Astronomiyle İlgili Kavramları Anlama Düzeyi ve Astronomi Dersinin Eğitim İçin Önemi. ICONTE, 3rd International Conference on New Trends in Education and Their Implications. Pegem Academy.

Kehoe, Jerard (2019) "Basic Item Analysis for Multiple-Choice Tests," Practical Assessment, Research, and Evaluation: Vol. 4, Article 10. DOI: <https://doi.org/10.7275/07zg-h235>

Keller, J. M. (2006). Part I. development of a concept inventory addressing students' beliefs and reasoning difficulties regarding the greenhouse effect, part II. distribution of chlorine measured by the mars odyssey gamma ray spectrometer. Ph. D. Dissertation University of Arizona. (Order No. 3237466). Available from ProQuest Dissertations & Theses Full Text; ProQuest Dissertations & Theses Global. (305353131).

Kızıkcapan, O. & Bektaş, O. (2018). YEDİNCİ SINIF MADDENİN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ ÜNİTESİ BAŞARI TESTİ GELİŞTİRİLMESİ: GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK ÇALIŞMASI . The Journal of International Lingual Social and Educational Sciences , 4 (2) , 186-202 . DOI: 10.34137/jilses.431971

Kikas, E. (1998). The impact of teaching on students' definitions and explanations of astronomical phenomena. Learning and Instruction, 8(5), 439- 454.

Kikas, E. (2004). Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena. Journal of Research in Science Teaching, 41(5), 432-448.

Kluegel, J. R. (1999). Sociology 280 Lecture Notes.

- Koçer, D., Gülseçen S. 2001. Sekiz yıllık temel eğitimde astronomi eğitim ve öğretiminin yeri. [http://www.fedu.metu.edu/ufbmek-5/netscape/b_kitabi/PDF/Astronomi/panel/t1-4d.pdf], Erişim Tarihi: 14.08.2012.
- Koçer, D. (2002, Eylül). Türkiye’de astronomi eğitim-öğretiminin önemi, gerekliliği ve yapılabilecekler. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunuldu, Ankara.
- Koray, Ö., Akyaz, N. ve Köksal, M.S. (2007). Lise öğrencilerinin “çözünürlük” konusunda günlük yaşamla ilgili olaylarda gözlenen kavram yanlışları. Kastamonu Eğitim Dergisi. 15(1), 241- 250.
- Limboz, F. (2002, Eylül). Tarihsel süreç içerisinde astronomiye genel bir bakış. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunuldu, Ankara.
- Lindell, R. and Sommer, S. 2004, “Using the Lunar Phases Concept Inventory to Investigate College Students’Pre-instructional Mental Models of Lunar Phases” 2003 Physics Education Research Conference, eds. S.Franklin, J. Marx, and K. Cummings, Vol. 720, AIP Conference Proceedings, 73–76.
- Linder, C. J. (1993). A challenge to conceptual change. Science Education, 77, 293-300.
- Lyons, D.J. (2011). Impact of backwards faded scaffolding approach to inquiry-based astronomy laboratory experiences on undergraduate non-science majors’ views of scientific inquiry. Ph. D. Dissertation University of Wyoming.
- Madsen, A., McKagan, S., Sayre, E. C. (2016). Resource Letter RBAI-1: Research-Based Assessment Instruments in Physics and Astronomy. American Journal of Physics 85(4). DOI: 10.1119/1.4977416

- Mali G.B., Howe A.(1979). Development of earth and Gravity Concepts Among Nepali Children. *Science Education*, 63 (5), 685- 91.
- Moody, T. E. R. (2011). An Analysis Of The Effects Of A Five-Day Professional Development Experience On In-Service K-12 Teachers' Content Knowledge And Self-Reported Confidence In Their Ability To Teach Astronomy Content. Master Thesis, Ball State University Muncie, Indiana.
- Nunnally, J. (1978). *Psychometric theory*. McGraw-Hill.
- Nussbaum, J. (1979) Children's conceptions of the earth as a cosmic body: A cross age study. *Science Education*. 63(1), 83- 93.
- Oğuzman, T., Metin, M., & Kaya, H., (2021). Türkiye'deki astronomi eğitimi araştırmalarının incelenmesi: Bir betimsel içerik analizi. *Maarif Mektepleri Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(1), 43- 65. <https://doi.org/10.46762/mamulebd.883360>
- Osborne, R. J., & Gilbert, J. K. (1980). A method for investigating concept understanding in science. *European Journal of Science Education*, 2(3), 311-321.
- Özkan, Ö., Tekkaya, C. ve Geban, Ö. (2001). Ekoloji konularındaki kavram yanlışlarının kavramsal değişim metinleri ile giderilmesi. *Yeni Bin Yılın Başında Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı*, 191-193, İstanbul.
- Percy, J. R. (1998). *Astronomy education: An international perspective*. L. Gouguenheim, D. McNally ve J. R. Percy (Ed.), *New trends in astronomy teaching* (s. 2-6). Cambridge, US: Cambridge University Press.

- Pearson, R. L., Logan, S.L., Adams, W. K. (2020). Faculty perception insights obtained from faculty interviews during the development of the Perceptions of Teaching as a Profession in Higher Education (PTaP.HE) instrument. 2020 PERC Proceedings. doi.org/10.1119/perc.2020.pr.Pearson_III
- Philips, W. C. (1991). Earth science misconceptions. *Science Teacher*, 58(2), 21-23.
- Plummer, J. D. (2009). A cross-age study of children's knowledge of apparent celestial motion. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1571-1605.
- Prather, E. E., Slater, T. F., & Offerdahl, E. G. (2002). Hints of a fundamental misconception in cosmology. *Astronomy Education Review*, 1(2), 28-34.
- Pundak, D., Liberman, I., Shacham, M. (2017). From Conceptual Frameworks To Mental Models For Astronomy: Students' Perceptions. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, 4(2), 109–126. <https://doi.org/10.19030/jaese.v4i2.10128>
- Rattray, W. A. (2021). Conceptual Insight Into The Application Of Innovative Educational Methods In Astronomy. Thesis (Master), The University of Texas Rio Grande Valley.
- Reynolds, C. R., Livingston, R. B., & Willson, V. (2006). Measurement and assessment in education. Allyn & Bacon/Pearson Education.
- Riche, R. D. (2000). Strategies for Assisting Students Overcome Their Misconceptions in High School Physics. Memorial University of Newfoundland Education 6390.
- Rodrigues, L., Montenegro, M., Meneses, A. (2023). Mapping the astronomy content knowledge of Chilean in-service teachers. *International Journal of Science Education*. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2164704>

- Sadler, P. M. (1998). Psychometric models of student conceptions in science: Reconciling qualitative studies and distractor-driven assessment instruments. *Journal of Research in science Teaching*, 35(3), 265-296.
- Salimpour, S., Tytler, R., Doig, B., Fitzgerald, M.T., Eriksson, U. (2023). Conceptualising the Cosmos: Development and Validation of the Cosmology Concept Inventory for High School. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21, 251–275.
<https://doi.org/10.1007/s10763-022-10252-y>
- Saylan-kırmızıgül, A. & Kaya, H. (2019). 'Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğrulması' Konusunda Geçerliliği ve Güvenilirliği Sağlanmış Başarı Testi Geliştirme Çalışması . *Journal of Theoretical Educational Science*, 12 (2), 474-493. DOI: 10.30831/akukeg.426792
- Sencar, S. ve Eryılmaz, A. (2002). Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Basit Elektrik Devreleri Konusuna İlişkin Kavram Yanılgıları (Poster), V. Ulusal Fen Bilimleri Kongresi – Özetler
- Schleigh, S.P., Clark, D.B., & Menekse, M. (2015). Constructed-response as an alternative to interviews in conceptual change studies: Students' explanations of force. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 3(1), 14-36
- Schneps, M. H., & Sadler, P. (1988). A private universe (film). Santa Monica, CA: Pyramid Film and Video.
- Schwartz, A., French, D. A, Gutierrez, J. V., Sanchez, R. L, Slater, T. F., Tatge, C. (2014). Initial Development and Pilot Study Design of Interactive Lecture Demonstrations for ASTRO 101. American Astronomical Society, Meeting.
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2014AAS...22432008S/abstract>

- Schultz, S. K., Slater, T.F. (2020). Who Are The Planetarians? A Demographic Survey Of Planetarium - Based Astronomy Educators. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, 7(1), 25–30. <https://doi.org/10.19030/jaese.v7i1.10355>
- Schumacker, R. ve Lomax, R. (2004). *A beginner's guide to structural equation modeling*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers
- Scott, P.H., Asoko, H.M. and Driver, R. (1992) Teaching for Conceptual Change: A Review of Strategies. In: Duit, R., Goldberg, F. and Niederer, H., Eds., *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies*, IPN— Institute of Science Education, Kiel, 310-329.
- Sewell, A. (2002). Constructivism and students' misconceptions. *Australian Science Teachers' Journal*, 48(4), 24-28.
- Sireci, S. G. (2005). Using Bilinguals to Evaluate the Comparability of Different Language Versions of a Test. In R. K. Hambleton, P. F. Merenda, & C. D. Spielberger (Eds.) *Adapting educational and psychological tests for cross-cultural assessment*. London: New Jersey.
- Simon, M. N., Prather, E. E., Buxner, S. R., Impey, C. D. (2018). The development and validation of the Planet Formation Concept Inventory. *Inventory, International Journal of Science Education*, 41(17), 2448-2464. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1685140>
- Simon, M., Impey, C. D., Buxner, S. (2019). The Development of the Planet Formation Concept Inventory: A Preliminary Analysis of Version 1. *American Astronomical Society, Meeting* <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018AAS...23111305S/abstract>
- Skam, K. (1994). Determining misconceptions about astronomy. *Australian Science Teachers Journal*, 40(3), 63-67.

- Slater (Parker), S. (2006). The impact of a kinesthetic astronomy curriculum on high school students' conceptual understanding of the seasons. Masters' Capstone Project. Montana State University. Bozeman. MT
- Slater, T. F., Carpenter, J. R., & Safko, J. L. (1996). Dynamics of a constructivist astronomy course for in-service teachers. *Journal of Geoscience Education*, Vol. 44, No. 6, p. 523-528, 44, 523-528
- Slater, T. F., Slater, S. J. (2008, May). Development of the Test of Astronomy Standards (TOAST) assessment instrument. In *Bulletin of the American Astronomical Society* (Vol. 40, p. 273)
- Slater, S. J., Slater, T. F., & Bailey, J. M. (2010). *Discipline-Based Education Research: A Scientist's Guide*. New York City: WH Freeman.
- Slater, S.J., Slater, T. F., Lyons, D. J., Sibbersen, K., Robison, P. (2011). An Introduction to Backwards Faded Scaffolding in the ASTRO 101 Laboratory Course. *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, 443,389.
- Slater, S. J. (2012). Exploring the Breadth and Sources of Variable Star Astronomers' Astronomy Knowledge: First Steps. Presented at the 100th Annual Meeting of the AAVSO,40.
- Slater, S. J. (2012). Invasion of the Cognitive Scientists: Subverting College Astronomy, Spatial Thinking Across the College Curriculum Specialist Meeting
- Slater, S. J., Morrow, C. A., & Slater, T. F. (2008). The impact of a kinesthetic astronomy curriculum on the content knowledge of at-risk students. In *Proceedings of the National Association for Research in Science Teaching*, Baltimore, MD.

- Slater, S. J. & Slater, T. F. (2013). Collaborative Group Learning Approaches for Teaching Comparative Planetology. American Geophysical Union, Meeting. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2013AGUFMED44A..03S/abstract>
- Slater, S. J. (2014). The Development And Validation Of The Test Of Astronomy Standards (TOAST). Journal of Astronomy & Earth Sciences Education, 1(1), 1–22. <https://doi.org/10.19030/jaese.v1i1.91022>
- Slater, S. J., Schleigh, S. P., Stork, D. J. (2015). Analysis of Individual Test Of Astronomy Standards (TOAST) Item Responses. Journal of Astronomy & Earth Sciences Education, 2(2), 89–108. <https://doi.org/10.19030/jaese.v2i2.9513>
- Slater, S. J. (2016). Undiscovered Value of Grey Astronomy Education Research Results. The Grey Journal, 12(3).
- Slater, S. J., Tatge, C. B., Bretones, P. S., Slater, T. F., Schleigh, S. P., McKinnon, D., Heyer, I. (2016). iSTAR First Light: Characterizing Astronomy Education Research Dissertations In The iSTAR Database. Journal of Astronomy & Earth Sciences Education, 3(2), 125–140. <https://doi.org/10.19030/jaese.v3i2.9845>
- Slater, T. F. (2020). Active Learning in College Science - Evaluating Active Learning in Astronomy, Springer.
- Slater, T. F. (2018). Does Your Article Need A Methods Or Methodology Sub-Section? Journal of Astronomy & Earth Sciences Education, 5(2), i-ii. <https://doi.org/10.19030/jaese.v5i2.10220>
- Stepans, J. (1996). Targeting Students' Science Misconceptions: Physical Science Concepts Using the Conceptual Change Model. Riverview, Fla.: Idea Factory

- Stork, D. J. (2014). Contemporary Discipline-Based Astronomy Education Research Study Of K-12 Teachers' Astronomy Knowledge Using The Test Of Astronomy Standards. Thesis (Ph.D.), University of Wyoming
- Tabachnick, B. G. and Fidell, L. S. (2012). Using multivariate statistics (6th Ed.). Hudson Street: Pearson.
- Taşcan, M., & İbrahim, Ü. N. A. L. (2016). Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Temel Astronomi Bilgi Düzeylerinin Demografik Değişkenler Bakımından İncelenmesi. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 10(1).
- Tatge, C.B., Slater, S.J., & Slater, T.F. (2014, October). Melhorando a educação em astronomia nos estados unidos pela investigação de outras culturas. Paper presented at the Nacional De Educação Em Astronomia meeting of the Sociedade Astronômica Brasileira in Curitiba, Brazil.
- Treagust, D. F., & Smith, C. L. (1989). Secondary students' understanding of gravity and the motion of planets. *School Science and Mathematics*, 89(5), 380-391.
- Trumper, R. A. (2000). Universty student' coceptions of basic astronomy cocpts. *Physics Education*, 35(1), 9- 15.
- Trumper, R. A., (2001). Cross- college age study of science and nonscience students' conceptions of basic astronomiy concepts in preservice training for high- School. *Teachers Journal of Science Education and Technology*, 10(2), 189- 195.
- Trumper, R. (2006). Teaching future teachers basic astronomy concepts-seasonal changes-at a time of reform in science education. *Journal of Research of Science Teaching*, 43(9), 879-906.

- Trundle, K. C., Atwood, R. K., Christopher, J. E. (2007). A longitudinal study of conceptual change: Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases. *Journal of Research In Science Teaching*, 44(2), 303-326 .
- Tunca, Z. (2000). Türkiye'de ilk ve orta öğretimde astronomi eğitimi öğretiminin dünü, bugünü. 14. Haziran 2009 tarihinde http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/Astronomi/panel/t1-5d.pdf adresinden indirilmiştir.
- Tunca, Z. (2002, Eylül). Türkiye'de ilk ve orta öğretimde astronomi eğitim öğretiminin dünü, bugünü. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunuldu, Ankara.
- Turgut, F. & Baykul, Y. (2021). Eğitimde ve Psikolojide Ölçme. Pegem Akademi Yayınları.
- Turkoglu, O., Ornek, F., Gokdere, M., Suleymanoglu, N., & Orbay, M. (2009). On pre-service science teachers' preexisting knowledge levels about basic astronomy concepts. *International Journal of Physical Sciences*, 4(11), 734-739.
- Uluçınar-Sağır, Ş., Değirmenci, S. & Dolunay, A. (2023). Öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarıyla ilgili algıları. *TEBD*, 21(1), 190-207. <https://doi.org/10.37217/tebd.1141530>
- Unat, Y. (2016). An Astronomy Book Written for High School by Ali Yar in 1933 and Astronomy Lessons in High School in Turkey. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24 (4), 2073-2088. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/kefdergi/issue/27734/327778>
- Unat, Y. (2001). İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım
- Ünsal, Y., Güneş, B. & Ergin, İ. (2001). Yükseköğretim Öğrencilerinin Temel Astronomi Konularındaki Bilgi Düzeylerinin Tespitine Yönelik Bir Araştırma . *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* , 21 (3)

- Varma, S. (2006). Preliminary item statistics using point-biserial correlation and p-values. Educational Data Systems Inc.: Morgan Hill CA.
- Vosnidau, S. And Brewer, W.(1994). Mental models of the Earth: a study of conceptual change in childhood.Cognitive Psychsology, 2(4), 535-585.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. Cognitive Psychology, 24(4), 535-585.
- Wallace, C.S. (2011). An investigation into introductory astronomy students' difficulties with cosmology, and the development, validation, and efficacy of a new suite of cosmology lecture-tutorials. Ph.D. Dissertation, University of Colorado
- Wallace, C. S., & Bailey, J. M. (2010). Do Concept Inventories Actually Measure Anything?. Astronomy Education Review, 9(1), 010116
- Williamson, K. E. (2013). Development and calibration of a concept inventory to measure introductory college astronomy and physics students' understanding of Newtonian gravity Ph. D. Dissertation Montana State University (Order No. 3608801). <http://search.proquest.com/docview/1496774510?accountid=14793>
- Yağba, R. (2003). Fen öğretiminde kavram yanılgılarının karakteristiklerinin belirlenmesi. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1(13), 1- 25
- Yener, D., Aksüt, P. , Somuncu Demir, N. , Aydın, F. , Fidan, H. , Subaşı, Ö. & Aygün, M. (2017). Öğretmen Adaylarının “Astronomi” Konusundaki Kavramlara Yönelik Bilişsel Yapılarının İncelenmesi. Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 6 (2), 531-565. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/amauefd/issue/33345/335367>.
- YÖK/Dünya Bankası. (1997). **Fizik Öğretimi**. Milli Eğitimi Geliştirme Projesi.

Zeilik, M., Schau, C. And Mattern, N.(1998). Misconceptions and their change in university-level astronomy courses. *The Physics Teacher*, 36(2), 104- 107.

Zeilik, M. (2002), Birth of the Astronomy Diagnostic Test: Prototest Evolution. *The Astronomy Education Review*, Issue 2, Volume 1:46-52

Zich, R., Sammons, A. and Rosenblatt, R. (2019). Physics Education Research Conference 2019, Part of the PER Conference series Provo, Pages 687-692.
doi.org/10.1119/perc.2019.pr.Zich



EK-A: ASTRONOMİ STANDARTLARI TESTİ (TOAST) VERİ FORMU

ASTRONOMİ STANDARTLARI TESTİ (TOAST)'UN TÜRKÇE'YE UYARLAMA ÇALIŞMASI

Bu çalışmada yer alan ölçek, 2 aşamadan oluşmaktadır. Ölçeğin birinci kısmı katılımcıların demografik bilgilerini ortaya çıkaran 7 sorudan oluşmaktadır. Ölçeğin ikinci kısmını ise Astronomi Standartları Testi (TOAST)'nin maddelerini oluşturmaktadır. Slater ve arkadaşları (2014) tarafından geliştirilen Astronomi Standartları Testinin Türkçe'ye uyarlama çalışması ile TOAST'un geçerliliği ve güvenilirliğini belirlemeyi amaçlayan bir çalışmadır. TOAST, hedef kişilerin genel astronomi içerik bilgilerini ölçmek için tasarlanmış kapsamlı bir değerlendirme aracıdır. 27 maddelik, çoktan seçmeli formatta, kriter referanslı bir test olan TOAST, bir veya iki dönemlik astronomiye giriş derslerinde yaygın olarak öğretilen konuların tamamını ve fen eğitimi standartlarında açıklanan astronomi kavramlarını ele alan bir ölçektir.

Verdiğiniz kişisel bilgiler ve cevaplarınızın yanıtları hiçbir şekilde hiçbir yerde paylaşılmayacaktır. Bu bilimsel araştırmamıza vereceğiniz katkıdan dolayı şimdiden teşekkür ederiz.

* Zorunlu soruyu belirtir

DEMOGRAFİK BİLGİLER

1. 1. Yaşınız? (Diğeri işaretlediyseniz sayı olarak belirtiniz) *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

☐ 17

☐ 18

☐ 19

☐ 20

☐ 21

☐ Diğer: _____

2. 2. Cinsiyet *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

☐ Kadın

☐ Erkek

3. 3. Okulunuz veya mezun olduğunuz üniversite? *

4. 4. Sınıf seviyeniz? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ Mezunum

5. 5. Okuduğunuz veya mezun olduğunuz lisans bölümünüz? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

☐ Astronomi ve Uzay Bilimleri

☐ Fizik Öğretmenliği

☐ Fen Bilgisi Öğretmenliği

☐ Fizik Bölümü

☐ Diğer: _____

6. 6. Hiç Astronomi dersi aldınız mı ya da Astronomi içerikli bir etkinliğe katıldınız mı? (gözlemevi / planetaryum ziyareti, gece gözlemi, gökyüzü gözlem şenlikleri, gökyüzü kampı ve benzeri..)

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

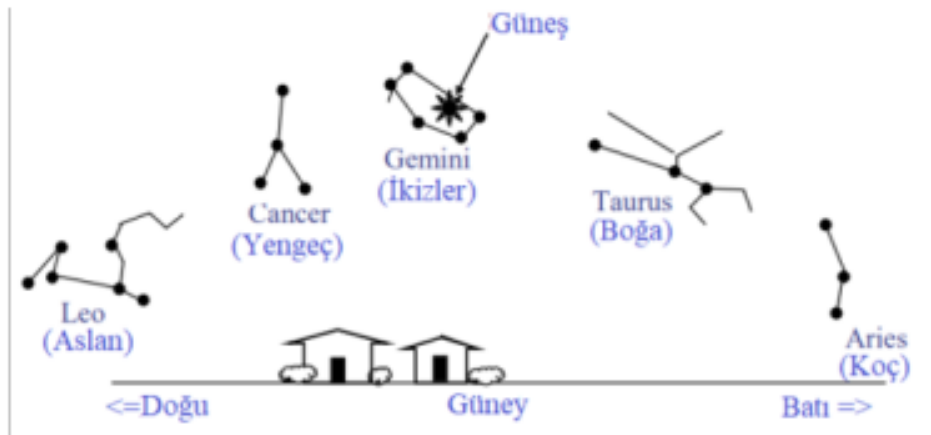
☐ Evet

☐ Hayır

7. 7. Yukarıdaki 6. soruya "Evet" cevabı verdiyseniz katılmış olduğunuz etkinliğin içeriğinden kısaca bahsediniz.

ASTRONOMİ STANDARTLARI TESTİ (AST)

Aşağıdaki ilk iki soruyu (1. ve 2.) yanıtlamak için alttaki görseli dikkate alınız.



8. 1. Yukarıdaki görsel, gün boyunca yıldızları görebiliyor olsaydık, günün *öğle saatlerinde* gökyüzünün nasıl görüneceğini bize göstermektedir. Güneş, gün boyunca ulaşacağı en yüksek noktada ve İkizler takımyıldızı yıldızlarının yakınlarında görünmektedir. Aynı gün, gün batımında Güneş'e en yakın olacak takımyıldızın adı nedir?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. Leo (Aslan)
☐ b. Taurus (Boğa)
☐ c. Aries (Koç)
☐ d. Cancer (Yengeç)
☐ e. Gemini (İkizler)

9. 2. Yukarıdaki çizim, belirli bir günün *öğle saatlerinde* yıldızların konumunu göstermektedir. İkizler (Gemini) takımyıldızını *gece yarısı* aynı konumda görmek için ne kadar süre beklemeniz gerekir?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. 12 saat
☐ b. 24 saat
☐ c. 6 ay
☐ d. 1 yıl
☐ e. İkizler (Gemini) gece yarısı bu konumda hiç görülmez.

8. 1. Yukarıdaki görsel, gün boyunca yıldızları görebiliyor olsaydık, günün *öğle saatlerinde* gökyüzünün nasıl görüneceğini bize göstermektedir. Güneş, gün boyunca ulaşacağı en yüksek noktada ve İkizler takımyıldızı yıldızlarının yakınlarında görünmektedir. Aynı gün, gün batımında Güneş'e en yakın olacak takımyıldızın adı nedir?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

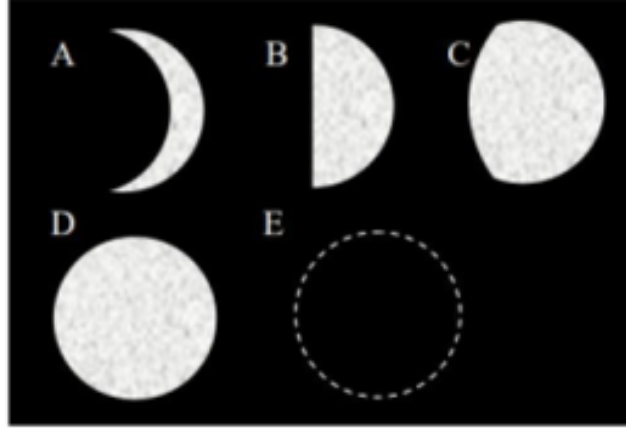
- ☐ a. Leo (Aslan)
☐ b. Taurus (Boğa)
☐ c. Aries (Koç)
☐ d. Cancer (Yengeç)
☐ e. Gemini (İkizler)

9. 2. Yukarıdaki çizim, belirli bir günün *öğle saatlerinde* yıldızların konumunu göstermektedir. İkizler (Gemini) takımyıldızını *gece yarısı* aynı konumda görmek için ne kadar süre beklemeniz gerekir?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. 12 saat
☐ b. 24 saat
☐ c. 6 ay
☐ d. 1 yıl
☐ e. İkizler (Gemini) gece yarısı bu konumda hiç görülmez.

10. 3. Varsayın ki, Ay'ın doğu ufkundan ilk yükselirken yeni ay evresinde olduğunu görüyorsunuz. Aynı günün ilerleyen saatlerinde, Ay'ın gökyüzündeki en yüksek noktasında nasıl görüneceğini gösteren görsel hangisidir?



Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. A
- ☐ b. B
- ☐ c. C
- ☐ d. D
- ☐ e. E

11. 4. Ekim ayının ilk günü Amerika kıtasında bulunuyorsunuz. İki hafta sonra öğle saatlerinde Güneş'in konumu nasıl olacaktır?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. Kuzeye doğru hareket etmiş olacaktır.
- ☐ b. Gökyüzünde daha yüksek bir konuma hareket etmiş olacaktır.
- ☐ c. Aynı konumda kalacaktır.
- ☐ d. Ufka daha yakın bir konuma gelmiş olacaktır.
- ☐ e. Batıya doğru hareket etmiş olacaktır.

12. 5. Hangi cümle Ay'ın evrelerden geçme sebebini en iyi açıklar? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. Dünya'nın gölgesi farklı zamanlarda ayın farklı bölgelerine düşer.
- ☐ b. Ay biraz yassıdır ve diske benzer. Onu gördüğümüz açıya bağlı olarak az veya daha çok yuvarlak görünür.
- ☐ c. Dünya'daki bulutlar, Ay'ın pozisyonunu örterek bizim gördüğümüz değişen evreleri meydana getirir.
- ☐ d. Dünya'dan yansıyan güneş ışıkları Ay'ı aydınlatır. Ay gökyüzünde daha aşağıdayken, gökyüzünde daha yüksek olduğu konuma göre daha az etkilenir.
- ☐ e. Ay'ın Dünya ve Güneş'e olan konumuna bağlı olarak aydınlanmış yüzünün sadece bir kısmını görürüz.

13. 6. 18.30'da Mars'ı doğuda yükselirken gördüğünüzü hayal edin. Altı saat sonra, gökyüzünün en yüksek noktasındayken Mars'ı görmek için hangi yöne bakardınız?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. Kuzeye doğru
- ☐ b. Güneye doğru
- ☐ c. Doğuya doğru
- ☐ d. Batıya doğru
- ☐ e. Doğrudan tepeye bakardım

14. 7. Dünya'nın hiçbir eğimi olmadan dik olduğunu hayal edin. Bu durum mevsimleri nasıl etkilerdi?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. Artık mevsimler arasında bir fark olmazdı.
- ☐ b. Yine de mevsimleri yaşardık, ancak fark daha az fark edilirdi.
- ☐ c. Yine de mevsimleri yaşardık, ancak fark daha belirgin olurdu.
- ☐ d. Mevsimleri temelde şimdiki gibi deneyimlemeye devam ederdik.

15. 8. Güneş gezegenimizi ısıtan enerjiyi nasıl üretir? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. Güneş'in içindeki gazlar yanar ve büyük miktarda enerji açığa çıkarır.
- ☐ b. Güneş'in içindeki gaz sıkıştığı zaman ısınır sak büyük miktarda enerji açığa çıkarır.
- ☐ c. Güneşte'ki manyetik alanlı tarafından hapsedilmiş ısı, enerji olarak serbest bırakılır.
- ☐ d. Hidrojenler, helyuma dönüşür ve büyük miktarda enerji açığa çıkar.
- ☐ e. Güneşin çekirdeğinde bulunan radyoaktif atomlar bozunurken enerji yayar.

16. 9. Büyük Patlama en iyi şu şekilde tanımlanır: *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

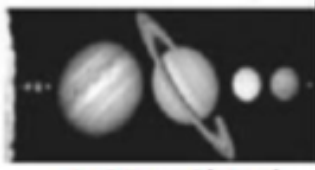
- ☐ a. Sonsuz küçüklükte bir enerji noktasından tüm madde ve uzayı oluşturan olay.
- ☐ b. Tüm maddeyi oluşturan ve uzaya saçan olay.
- ☐ c. Tüm madde ve enerjiyi uzay boyunca saçan olay.
- ☐ d. Gezegen sistemlerinin mevcut düzenini organize eden olay.

17. 10. Aşağıdaki sıralamalardan hangisinde konumlar Dünya'ya en yakından Dünya'ya en uzak olana doğru sıralanmıştır?

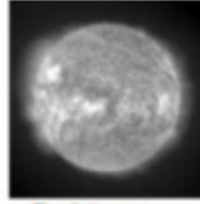
Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. Güneş, Ay, Güneş sistemimizin sınırı, Kuzey Yıldızı, galaksimizin sınırı
- ☐ b. Güneş, Kuzey Yıldızı, Ay, galaksimizin sınırı, Güneş Sistemimizin sınırı
- ☐ c. Ay, Kuzey Yıldızı, Güneş, Güneş Sistemimizin sınırı, galaksimizin sınırı
- ☐ d. Ay, Güneş, Güneş Sistemimizin sınırı, Kuzey Yıldızı, galaksimizin sınırı
- ☐ e. Kuzey Yıldızı, Ay, Güneş, galaksimizin sınırı, Güneş Sistemimizin sınırı

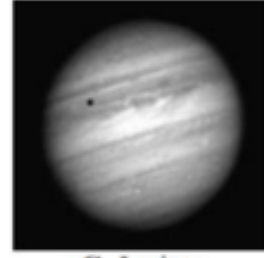
Aşağıda gösterilen altı farklı astronomik nesneye (A-F) baktığınızda;



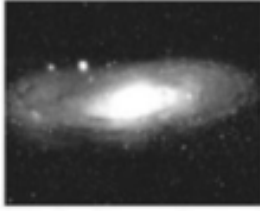
A. Güneş Sistemi



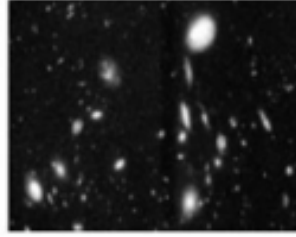
B. Güneş



C. Jupiter



D. Andromeda



E. Galaksi Kümesi



F. Nebula

18. 11. Bu nesnelerin boyutu için (küçükten büyüğe doğru) en uygun sıralama aşağıdakilerden hangisidir?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. C<F<B<A<D<E
- ☐ b. E<D<F<A<B<C
- ☐ c. C<B<A<F<D<E
- ☐ d. F<C<B<A<D<E
- ☐ e. Yukarıdakilerden hiçbiri

19. **12.** Dünya'nın yörüngesinin, Güneş'e olan mesafesinin asla değişmemesi için Güneş'in etrafında mükemmel bir daire olacak şekilde değiştirildiğini hayal edin. Bu durum mevsimleri nasıl etkilerdi?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. Mevsimler arasında bir fark göremezdik.
- ☐ b. Mevsimler arasındaki fark, şimdi olduğundan daha az fark edilir olurdu.
- ☐ c. Mevsimler arasındaki fark şimdi olduğundan daha belirgin olurdu.
- ☐ d. Mevsimleri şimdiki gibi yaşamaya devam ederdik.

20. **13.** Yıldız nedir? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. Başka bir enerji kaynağından gelen ışığı yansıtan bir gaz topu.
- ☐ b. Dünya atmosferinde görülebilen parlak bir ışık noktası.
- ☐ c. Gazları yakarak enerji üreten sıcak bir gaz topu.
- ☐ d. Atomları birleştirip daha ağır atomlar haline getirerek enerji üreten sıcak bir gaz topu.
- ☐ e. Atomları daha hafif atomlara ayırarak enerji üreten sıcak bir gaz topu

21. **14.** Bir yıldızın hangi özelliği, o yıldızın yaşamının geri kalan özelliklerini belirler? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. Parlaklığı
- ☐ b. Sıcaklığı
- ☐ c. Rengi
- ☐ d. Kütlesi
- ☐ e. Kimyasal yapısı

22. 15. Evrenin nasıl değiştiğine dair mevcut kanıtlar bize aşağıdakilerden hangisini söylemektedir?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. Evrenin merkezine yakın olduğumuzu
☐ b. Galaksilerin boşlukta genişlediğini
☐ c. Galaksi gruplarının birbirinden uzaklaşıyor gibi göründüğünü
☐ d. Yakındaki galaksilerin, uzaktaki galaksilerden daha genç olduğunu

23. 16. Yıldızlar yaşamına şu şekilde başlar: *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. Bir yıldız veya bir gezegenin parçası olarak
☐ b. Bir beyaz cüce olarak
☐ c. Dünya atmosferinde madde olarak
☐ d. Bir kara delik olarak
☐ e. Bir gaz ve toz bulutu olarak

24. 17. Güneş, ömrünün sonuna geldiğinde ne olur? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. Kara deliğe dönüşür.
☐ b. Dünya'yı yok ederek patlar.
☐ c. Dış katmanlarını kaybederek, geride çekirdeğini bırakır.
☐ d. Kütlesi nedeniyle ölmez.

25. 18. Güneş'e yakın bir uzay gemisindesiniz ve Plüton'a seyahat etmeye başladınız. Muhtemelen şu gök cisimlerinin yanından geçersiniz:

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. Gezegenlerin.
☐ b. Yıldızların.
☐ c. Doğal uyduların (Ayların).
☐ d. Bu gök cisimlerinden herhangi ikisinin.
☐ e. Bunların hepsinin.

26. 19. Güneş'in etrafında dolanan gezegen sistemi nasıl oluşmuştur? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. Gezegenler, Güneş ile aynı maddelerden oluşmuştur.
☐ b. Gezegenler ve Güneş, büyük patlama sırasında oluşmuştur.
☐ c. Gezegenler, Güneş'in yer çekimi tarafından yakalanmıştır.
☐ d. Gezegenler, çekirdeklerindeki hidrojen füzyonundan oluşmuştur.

27. 20. Aşağıdakilerden hangisi sizi şu anki ağırlığınızın yarısı kadar yapar? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. Dünya atmosferinin yarıya düşürülmesiyle.
☐ b. Güneş ile Dünya arasındaki mesafenin ikiye katlanmasıyla.
☐ c. Dünya'nın dönüş hızının yarıya indirilmesiyle.
☐ d. Dünya'nın kütesinin yarıya indirilmesiyle.

28. **21.** Astronotlar, uzay mekiğinin içinde Dünya yörüngesinde dolanırken "havada süzülürler" çünkü:

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. uzayda yer çekimi yoktur.
- ☐ b. uzay mekiği ile aynı şekilde düşerler.
- ☐ c. astronotlar Dünya atmosferinin üzerindedirler.
- ☐ d. uzay mekiğinin içinde daha az yerçekimi vardır.

29. **22.** Boşluğa en uygun gelecek şıkkı yazın. "Elektronlar atomlardan ışık formunda enerji açığa çıkar."

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. atomdan yayıldıklarında,
- ☐ b. düşük enerji seviyesinden yüksek enerji seviyesine geçerken,
- ☐ c. yüksek enerji seviyesinden düşük enerji seviyesine geçerken,
- ☐ d. atom çekirdeğinin etrafındaki yörüngelerinde hareket ederken,

30. **23.** Görünür ışık ve radyo dalgalarının karşılaştırılmasına dair aşağıdakilerden hangisi doğru olur?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

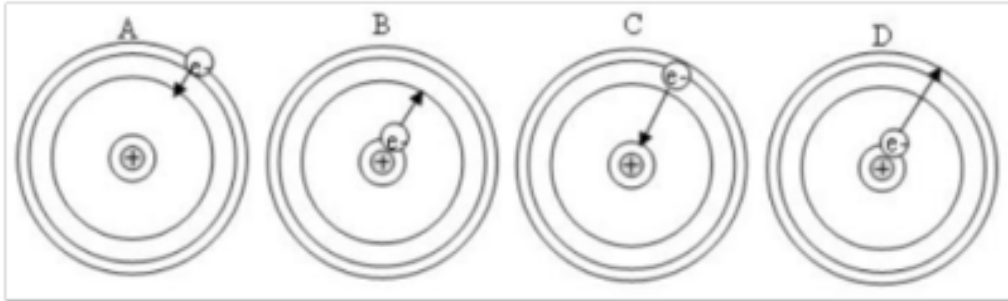
- ☐ a. Radyo dalgaları daha düşük bir enerjiye sahiptir ve görünür ışıktan daha yavaş hareket eder.
- ☐ b. Görünür ışık, radyo dalgalarından daha kısa dalga boyuna ve daha düşük bir enerjiye sahiptir.
- ☐ c. Radyo dalgaları daha uzun dalga boyuna sahiptir ve görünür ışıkla aynı hızda hareket eder.
- ☐ d. Görünür ışık daha yüksek bir enerjiye sahiptir ve radyo dalgalarından daha hızlı hareket eder.
- ☐ e. Radyo dalgaları, görünür ışıktan daha kısa dalga boyuna ve daha yüksek enerjiye sahiptir.

31. 24. Oturduğumuz sandalyenin plastigini oluşturan atomlar şu şekilde oluşmuştur: *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. Güneşin içinde
☐ b. Güneşin oluşumundan önce var olan bir yıldız tarafından
☐ c. Büyük Patlama anında
☐ d. yaklaşık 100 milyon yıl önce
☐ e. erken evrenin farklı bir bölümünde uzak bir galakside

Sonraki iki soruyu (25. ve 26.) cevaplamak için aşağıdaki görseli kullanın.



32. 25. Hangi atom en büyük enerjiyle ışığı soğurur? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

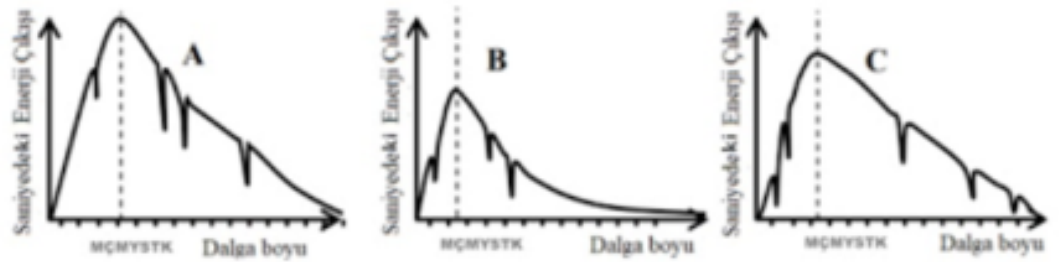
- ☐ a. A
☐ b. B
☐ c. C
☐ d. D

33. 26. Hangi atom en kısa dalga boyunda ışık yayar? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. A
☐ b. B
☐ c. C
☐ d. D

34. 27. Aşağıdaki grafikler, bilinmeyen A, B, C nesnelerinin enerji çıkışına karşı dalga boyunu göstermektedir. Nesnelerden hangisi en yüksek sıcaklığa sahiptir?



MÇMYSTK: Spektrum Renkleri (Mor - Çivit Mavisi - Mavi - Yeşil - Sarı - Turuncu - Kırmızı)

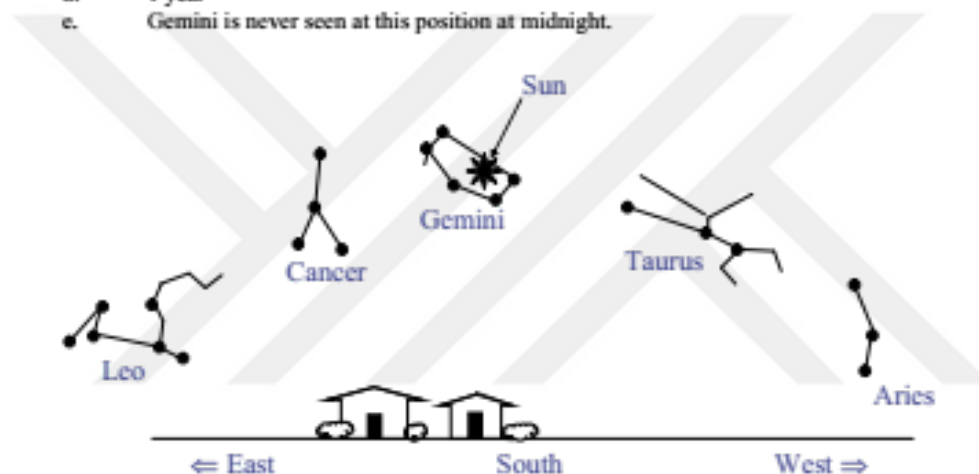
Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ a. A
☐ b. B
☐ c. C
☐ d. Her üç nesne de aynı sıcaklığa sahiptir.
☐ e. Cevap bu bilgilerle belirlenemez.

EK-B: TEST OF ASTRONOMY STANDARDS (TOAST)

Use the drawing below to answer the next two questions.

1. If you could see stars during the day, the drawing above shows what the sky would look like at *noon* on a given day. The Sun is at the highest point that it will reach on this day and is near the stars of the constellation Gemini. What is the name of the constellation that will be closest to the Sun at sunset on this day?
 - a. Leo
 - b. Taurus
 - c. Aries
 - d. Cancer
 - e. Gemini
2. This picture shows the position of the stars at *noon* on a certain day. How long would you have to wait to see Gemini at this same position *at midnight*?
 - a. 12 hours
 - b. 24 hours
 - c. 6 months
 - d. 1 year
 - e. Gemini is never seen at this position at midnight.



3. You look to the eastern horizon as the Moon first rises and discover that it is in the new moon phase. Which picture shows what the moon will look like when it is at its high point in the sky, later that same day?

- a. A
- b. B
- c. C
- d. D
- e. E

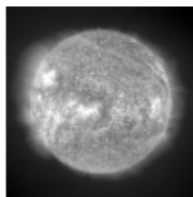


4. You are located in the continental U.S. on the first day of October. How will the position of the Sun at noon be different two weeks later?
 - a. It will have moved toward the north.
 - b. It will have moved to a position higher in the sky.
 - c. It will stay in the same position.
 - d. It will have moved to a position closer to the horizon.
 - e. It will have moved toward the west.
 5. Which sentence best describes why the Moon goes through phases?
 - a. Earth's shadow falls on different parts of the moon at different times.
 - b. The moon is somewhat flattened and disk-like. It appears more or less round depending on the precise angle from which we see it.
 - c. Earth's clouds cover portions of the moon resulting in the changing phases that we see.
 - d. The sunlight reflected from earth lights up the moon. It is less effective when the moon is lower in the sky than when it is higher in the sky.
 - e. We see only part of the lit-up face of the Moon depending on its position relative to Earth and the Sun.
 6. Imagine you see Mars rising in the east at 6:30 pm. Six hours later what direction would you face (look) to see Mars when it is highest in the sky?
 - a. Toward the north
 - b. Toward the south
 - c. Toward the east
 - d. Toward the west
 - e. Directly overhead
 7. Imagine that Earth was upright with no tilt. How would this affect the seasons?
 - a. We would no longer experience a difference between the seasons.
 - b. We would still experience seasons, but the difference would be *less* noticeable.
 - c. We would still experience seasons, but the difference would be *more* noticeable.
 - d. We would continue to experience seasons in essentially the same way we do now.
 8. How does the Sun produce the energy that heats our planet?
 - a. The gases inside the sun are burning and producing large amounts of energy.
 - b. Gas inside the sun heats up when compressed, giving off large amounts of energy.
 - c. Heat trapped by magnetic fields in the sun is released as energy.
 - d. Hydrogen is combined into helium, giving off large amounts of energy.
 - e. The core of the Sun has radioactive atoms that give off energy as they decay.
 9. The Big Bang is best described as:
 - a. The event that formed all matter and space from an infinitely small dot of energy.
 - b. The event that formed all matter and scattered it into space.
 - c. The event that scattered all matter and energy throughout space.
 - d. The event that organized the current arrangement of planetary systems.
 10. Which of the following ranks locations, from closest to Earth to farthest from Earth?
 - a. the sun, the moon, the edge of our solar system, the north star, the edge of our galaxy
 - b. the sun, the north star, the moon, the edge of our galaxy, the edge of our solar system
 - c. the moon, the north star, the sun, the edge of our solar system, the edge of our galaxy
 - d. the moon, the sun, the edge of our solar system, the north star, the edge of our galaxy
 - e. the north Star, the Moon, the Sun, the edge of our galaxy, the edge of our solar system
-

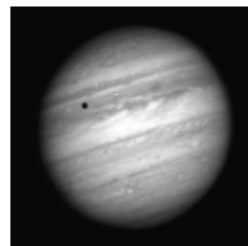
Consider the six different astronomical objects (A-F) shown below.



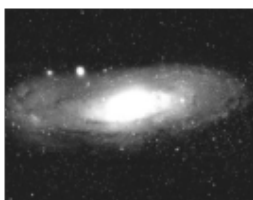
A. The Solar System



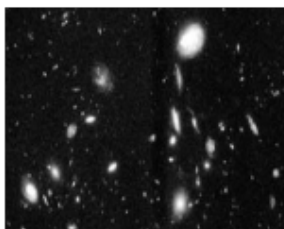
B. The Sun



C. Jupiter



D. Andromeda



E. Galaxy Cluster



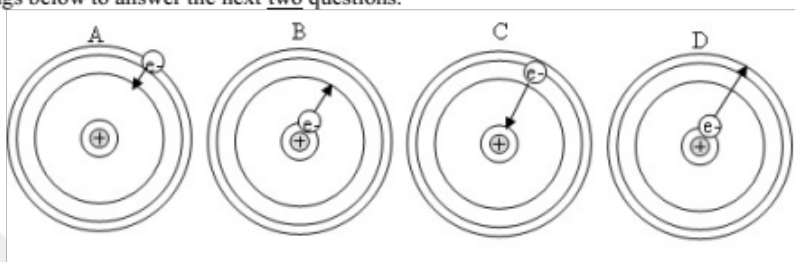
F. Nebula

11. Which of the following is the best ranking (from smallest to largest) for the size of these objects?
- $c < f < b < a < d < e$
 - $e < d < f < a < b < c$
 - $c < b < a < f < d < e$
 - $f < c < b < a < d < e$
 - None of the above is correct.
-
12. Imagine that Earth's orbit were changed to be a perfect circle about the Sun so that the distance to the Sun never changed. How would this affect the seasons?
- We would not be able to notice a difference between seasons.
 - The difference in the seasons would be *less* noticeable than it is now.
 - The difference in the seasons would be *more* noticeable than it is now.
 - We would experience seasons in the same way we do now.
13. What is a star?
- A ball of gas that reflects light from another energy source.
 - A bright point of light visible in earth's atmosphere.
 - A hot ball of gas that produces energy by burning gases.
 - A hot ball of gas that produces energy by combining atoms into heavier atoms.
 - A hot ball of gas that produces energy by breaking apart atoms into lighter atoms.
14. Which one property of a star will determine the rest of the characteristics of that star's life?
- Brightness
 - Temperature
 - Color
 - Mass
 - Chemical makeup

15. Current evidence about how the universe is changing tells us that
 - a. we are near the center of the universe.
 - b. galaxies are expanding into empty space.
 - c. groups of galaxies appear to move away from each other.
 - d. nearby galaxies are younger than distant galaxies.
16. Stars begin life as
 - a. a piece off of a star or planet.
 - b. a white dwarf.
 - c. matter in earth's atmosphere.
 - d. a black hole.
 - e. a cloud of gas and dust.
17. When the Sun reaches the end of its life, what will happen to it?
 - a. It will turn into a black hole.
 - b. It will explode, destroying earth.
 - c. It will lose its outer layers, leaving its core behind.
 - d. It will not die due to its mass.
18. If you were in a spacecraft near the Sun and began traveling to Pluto you might pass
 - a. planets.
 - b. stars.
 - c. moons.
 - d. two of these objects.
 - e. all of these objects.
19. How did the system of planets orbiting the Sun form?
 - a. The planets formed from the same materials as the sun.
 - b. The planets and the sun formed at the time of the big bang.
 - c. The planets were captured by the sun's gravity.
 - d. The planets formed from the fusion of hydrogen in their cores.
20. Which of the following would make you weigh half as much as you do right now?
 - a. Take away half of the earth's atmosphere.
 - b. Double the distance between the sun and the earth.
 - c. Make the earth spin half as fast.
 - d. Take away half of the Earth's mass.
21. Astronauts "float" around in the space shuttle as it orbits Earth because
 - a. there is no gravity in space.
 - b. they are falling in the same way as the space shuttle.
 - c. they are above earth's atmosphere.
 - d. there is less gravity inside of the Space Shuttle.
22. Energy is released from atoms in the form of light when electrons
 - a. are emitted by the atom.
 - b. move from low energy levels to high energy levels.
 - c. move from high energy levels to low energy levels.
 - d. move in their orbit around the nucleus.

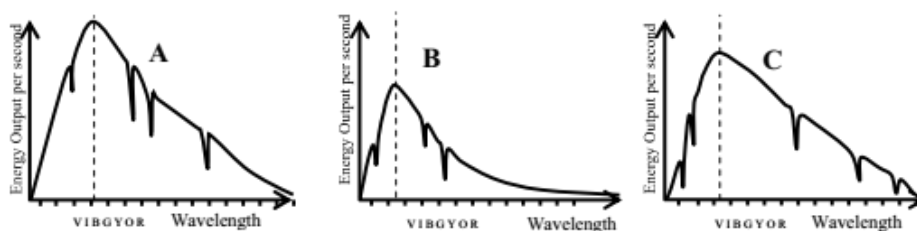
23. Which of the following would be true about comparing visible light and radio waves?
- The radio waves would have a lower energy and would travel slower than visible light.
 - The visible light would have a shorter wavelength and a lower energy than radio waves.
 - The radio waves would have a longer wavelength and travel the same speed as visible light.
 - The visible light would have a higher energy and would travel faster than radio waves.
 - The radio waves would have a shorter wavelength and higher energy than visible light.
24. The atoms in the plastic of your chair were formed
- in our sun.
 - by a star existing prior to the formation of our Sun.
 - at the instant of the Big Bang.
 - approximately 100 million years ago.
 - in a distant galaxy in a different part of the early universe.

Use the drawings below to answer the next two questions.



25. Which atom would be absorbing light with the greatest energy?
- A
 - B
 - C
 - D
26. Which atom would emit light with the shortest wavelength?
- A
 - B
 - C
 - D

27. The graphs below illustrate the energy output versus wavelength for three unknown objects A, B, and C. Which of the objects has the highest temperature?



- A
- B
- C
- All three objects have the same temperature.
- The answer cannot be determined from this information.

**EK-C: Araştırma Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu/ Araştırma Etik Komisyonu Onay
Bildirimi**



**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Rektörlük**

Tarih: 20/06/2022
Sayı: E-35853172-300-00002245216
00002245216

Sayı : E-35853172-300-00002245216
Konu : Zeynep AVCI (Etik Komisyon İzni)

20.06.2022

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi: 27.05.2022 tarihli ve E-51944218-300-00002204680 sayılı yazınız.

Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı yüksek lisans programı öğrencilerinden **Zeynep AVCI'nın, Prof. Dr. Ahmet İlhan ŞEN** danışmanlığında yürüttüğü "**Astronomi Standartları Testi (TOAST)' nin Türkçeye Uyarlama Çalışması**" başlıklı tez çalışması Üniversitemiz Senatosu Etik Komisyonunun **14 Haziran 2022** tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Vural GÖKMEN
Rektör Yardımcısı

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu: 35627BBA-882E-4DC4-8A8B-5746D1AC812C

Belge Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/tu-ebys>

Adres: Hacettepe Üniversitesi Rektörlük 06100 Sıhhiye-Ankara

Bilgi için: Çağla Handan GÜL

E-posta: yazim@hacettepe.edu.tr İnternet Adresi: www.hacettepe.edu.tr Elektronik

Bilgisayar İşletmeni

Ağı: www.hacettepe.edu.tr

Telefon: 03123051008

Telefon: 0 (312) 305 3001-3002 Faks: 0 (312) 311 9992

Kep: hacettepeuniversitesi@hs01.kep.tr



EK-Ç: Etik Beyanı

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- * tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- * görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- * başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- * atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- * kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- * bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

...../...../.....

Zeynep AVCI

EK-D: Yüksek Lisans Tez Çalışması Orijinallik Raporu

...../...../.....

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Başkanlığına,

Tez Başlığı : ASTRONOMİ STANDARTLARI TESTİ (TOAST)'UN TÜRKÇE'YE UYARLAMA ÇALIŞMASI

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın tamamı (kapak sayfası, özetler, ana bölümler, kaynakça) aşağıdaki filtreler kullanılarak **Turnitin** adlı intihal programı aracılığı ile kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Rapor Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı	Gönderim Numarası
.../.../.....			09/10 /2023		

Uygulanan filtreler:

1. Kaynaklar hariç
2. Alıntılar dâhil
3. 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarını inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

Ad Soyadı: Zeynep AVCİ

Öğrenci No.: N20139417

Ana Bilim Dalı: Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Programı: Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Tezli
Yüksek Lisans Programı

Statüsü: ☒ Y.Lisans ☐ Doktora ☐ Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Ahmet İlhan ŞEN

EK-E: Thesis Originality Report

HACETTEPE UNIVERSITY
Graduate School of Educational Sciences
To The Department of Mathematics and Science Education

...../...../.....

Thesis Title: Turkish Adaptation Study Of Test Of Astronomy Standards Test (TOAST)

The whole thesis that includes the *title page, introduction, main chapters, conclusions and bibliography section* is checked by using **Turnitin** plagiarism detection software take into the consideration requested filtering options. According to the originality report obtained data are as below.

Time Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defense	Similarity Index	Submission ID
.../.../.....			09/10/2023		

Filtering options applied:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Educational Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge.

I respectfully submit this for approval.

Name Lastname: Zeynep AVCI

Student No.: N20139417

Department: Department of Mathematics and Science Education

Program: Department of Mathematics and Science Education Masters Program with Thesis

Status: ☒ Masters ☐ Ph.D. ☐ Integrated Ph.D.

ADVISOR APPROVAL

APPROVED
Prof. Dr. Ahmet İlhan ŞEN

EK-F: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- ☐ Enstitü/Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- ☐ Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren ... ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- ☐ Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

..... / /

Zeynep AVCI

"*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*"

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tez erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metodların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç; imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanın önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tez erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

*Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

