



Astronomi Eğitimi Amacıyla Geliştirilen Fiziksel Modellerin Yeterliği Hakkındaki Öğretmen Görüşleri*

Teacher Views on the Adequacy of Physical Models Developed for Astronomy Education

Melike Güzin Semercioğlu¹ , Hüseyin Kalkan² 

Geliş Tarihi (Received): 02.01.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 18.12.2024

Yayın Tarihi (Published): 15.03.2025

Öz: Bu makalede, bilim eğitimi alanındaki yeni yönelimlere odaklanılmakta ve Avrupa Birliği'nin bilim eğitimine yönelik tavsiyeleri, sorumlu araştırma ve yenilik vurgusuyla ele alınmaktadır. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri çerçevesinde eğitimin rolü vurgulanarak, etkileşimli, eyleme dayalı ve öğrenci odaklı pedagojiyle bütünsel öğrenme hedeflenmektedir. Bilim eğitiminde dönüştürücü bir yaklaşımın gerekliliğine odaklanan bu çalışma, geleneksel yöntemlerin eleştirilmesiyle birlikte, belirsizlikle başa çıkma ve sorumluluk alabilme becerilerini geliştirecek uygulanabilir bilim eğitimini vurgulanmaktadır. Çalışma kapsamında astronomi kavramlarının öğrenimi için geliştirilen ekonomik, ulaşılabilir ve anlaşılır fiziksel modellerin etkililiğini değerlendirmek amacıyla öğretmen görüşlerine odaklanılmaktadır. Bu amaçla, temel astronomi kavramlarının öğretiminde kullanılması amacıyla geliştirilen fiziksel modeller, bu kavramların öğrenimindeki zorlukların temel nedenlerini inceleyerek olası çözümleri geliştirmeyi hedeflemektedir. "Birim Yüzeye Düşen Enerji Miktarının Değişimi ve dolayısıyla mevsimlerin oluşumu", "Tutulmaların doğası", "Ay'ın evrelerinin fiziksel nedenleri" ayrı ayrı irdelenmiş, fiziksel modeller geliştirilerek katılımcılara uygulanmış ve veriler toplanmıştır. Araştırma TÜBİTAK projesi kapsamında Türkiye genelinden başvuran öğretmenler arasından seçilen 29 katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerden elde edilen verilerin NVIVO paket programı ile içerik analizi yapılmıştır. Verilerin analizi sonucunda anlamlı öğretiminde modellerin güçlü bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, literatür karşılaştırması yapılarak ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmiştir. Bu makale, bilim eğitimindeki yeni yönelimlere ve öğrenme süreçlerinde modellerin rolüne dair önemli bir katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Öğretmen eğitimi, Mevsim Modeli, Güneş ve Ay Tutulma Modeli, Ay'ın evreleri Modeli, Fiziksel Model, NVIVO

&

Abstract: This article focuses on the new trends in science education, addressing the recommendations of the European Union regarding science education with an emphasis on responsible research and innovation. Emphasizing the role of education within the framework of Sustainable Development Goals, the study aims for holistic learning through interactive, action-based, and student-centered pedagogy. This work, which focuses on the necessity of a transformative approach in science education, highlights practical science education that enhances the ability to cope with uncertainty and take responsibility, along with the criticism of traditional methods. Within the scope of the study, the effectiveness of economic, accessible, and understandable physical models developed for the learning of astronomy concepts is evaluated by focusing on teacher opinions. For this purpose, physical models developed for the teaching of fundamental astronomy concepts aim to examine the fundamental reasons for the difficulties in learning these concepts and develop possible solutions. Concepts such as "Changes in the Amount of Energy Incident on a Unit Area and consequently the Formation of Seasons," "The Nature of Eclipses," and "Physical Causes of the Phases of the Moon" were separately examined. Physical models were developed, applied to participants, and data were collected. The research was conducted with 29 participants selected from teachers who applied from all over Turkey within the scope of a TÜBİTAK project. Content analysis of the data obtained from teachers was performed using the NVIVO package program. As a result of the analysis of the data, it was determined that models have a significant impact on effective teaching. The results obtained were evaluated in detail through a literature comparison. This article makes a significant contribution to the new trends in science education and the role of models in the learning process.

Keywords: Teacher education, Seasons Model, Sun and Moon Eclipse Model, Phases of the Moon Model, Physical model, NVIVO

Atıf/Cite as: Semercioğlu, M.G. ve Kalkan, H., (2025). Astronomi eğitimi amacıyla geliştirilen fiziksel modellerin yeterliği hakkındaki öğretmen görüşleri. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 55-82, <https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2025..-1413800>.

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/aibuelt>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University–Bolu

*Bu makale birinci yazarın "Bazı astronomi kavramlarının öğretimine ilişkin modeller geliştirilmesi ve etkililiklerinin belirlenmesi" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir

¹Sorumlu Yazar: Dr. Öğr. Üyesi Melike Güzin Semercioğlu, Gümüşhane Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, melikesemercioğlu@gumushane.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-3413-9575>

²Prof. Dr. Hüseyin Kalkan, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, kalkans@omu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-3971-445X>

1. GİRİŞ

Bilim ve teknolojinin toplumsal açıdan duyarlı ve kapsayıcı bir süreç olması, akademiye, uygulamalarını geliştirmeye ve toplumla daha derin bir etkileşim kurmaya teşvik etmektedir (Laherto ve Rasa, 2022). Son yıllarda uluslararası bilim müfredatlarına dair öneriler, bilim içeriği ve kavramlarının öğrenimi için gerekli olan beceri ve yeteneklere odaklanmıştır (Roberts ve Bybee, 2014). Bilimin doğasını anlamamanın temel hedeflerinden biri, olayların işleyiş biçimlerini ve bu olaylar ile kavramlar arasındaki ilişkileri kavrayıp içselleştirebilmektir. Avrupa Birliği (AB), bilim eğitime yönelik tavsiyelerinde "sorumlu araştırma ve yenilik" fikrini okullara taşıyarak, bilim eğitiminin amacının evrimini sosyal konulara ve sorumluluğa dikkat çekerek vurgulamıştır (Laherto vd., 2018; Laherto ve Rasa, 2022; Rocard vd., 2007).

Eğitim, Birleşmiş Milletler üye devletleri tarafından 2030 Ajandası'nda belirlenen "Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri" doğrultusunda küresel çabaların önemli bir parçasını oluşturmaktadır (Lotz-Sisitka vd., 2015a). Sürdürülebilir kalkınma için eğitim, etkileşimli, eyleme dayalı ve öğrenci odaklı pedagojiler aracılığıyla bütünsel ve dönüştürücü öğrenmeyi içerir ve bu süreç, hem öğrencide hem de nihayetinde toplumda değişim yaratmayı amaçlar (Hodson, 2011b; UNESCO, 2017). Öğrencilerin belirsizlikle başa çıkma ve sorumlulukla hareket etme becerilerini, uygulanabilir bir bilim eğitimi ile kazanmaları mümkündür.

Bilim eğitimi, bu yeni hedeflerin uygulanmasında özel bir role sahiptir. Ancak geleneksel öğretim yaklaşımları ve bilim-teknoloji-toplum-çevre bağlantıları yüzeysel bulunmuş ve bu nedenle gerekli bireysel ve toplumsal değişimi gerçekleştirmede etkisiz oldukları eleştirisine maruz kalmıştır (Hodson, 2003, 2011a; Sjöström vd., 2017; Zeidler, 2014). Bilim eğitime yönelik bu eleştirel yaklaşım, öğrenmenin dönüştürücü ve sınırları aşan bir yapıda olması fikrini içerir (Sjöström vd., 2017; Lotz-Sisitka vd., 2015b). Dönüştürücülüğün doğası ve süreçleri, gençlerin etkinliğini teşvik ederek bilişsel gelişimlerini tetikler (Emirbayer ve Mische, 1998). Bu süreç, harekete geçmeye hazır ve istekli gençler yetiştirme hedefiyle uyumlu olup, bilim eğitiminin genelinde kabul edilen önemli bir amaca işaret eder (Bencze vd., 2012; Hodson, 2011a).

Bu alanlardaki temel sorun, kavramların ve kavramsal yapıların nasıl dönüştüğüne ilişkin süreçlerin veya mekanizmaların doğasını anlamaktır. Bilim insanlarının yeni kavramlar oluştururken kullandığı yöntemler ile öğrencilerin bu kavramları öğrenme pratiği arasında farklar bulunabilir. Bilim insanlarının teorik hedeflerini karmaşık üst bilişsel stratejilerle ifade etmeleri durumunda, öğrenciler bu kavramsal değişim ve problem çözme süreçlerinde doğrudan yer alamadıklarından, bilim öğrenmeyi teşvik eden unsurlar etkili olamayabilir ve bu da tam anlamıyla öğrenmenin gerçekleşmemesine neden olabilir (Nersessian, 2013). Problem çözme sürecinin itici gücü; yeni bilgi edinme, şaşırtıcı bir olguya rastlama veya mevcut anlama yollarında bir eksiklik algılama gibi çeşitli kaynaklardan sağlanabilir. Bu noktada, yeni deneyimleri anlamaya çalışmak veya bir kavramın diğerleriyle nasıl ilişkili olduğunu anlamak, mevcut kavramsal yapıların temsil yeteneklerinde önceden fark edilmemiş sınırlamaları ve sorunları ortaya çıkarabilir ve hatta diğer bölümlerle tutarsızlıkları gösterebilir. Öğretmenler ve öğrenciler, farklı yansıtma süreçleri aracılığıyla bu tür anlam oluşturma sürecine katılarak kavramsal dönüşümün oluşmasını sağlar (Nersessian, 2013). Modeller, nesnelerin, süreçlerin veya olayların temsilleridir ve bu etkileşimleri anlamamanın önemli olduğu alanlardır. Model tabanlı düşünmenin bir örneği, bir şeyin modelin yapısını anlamaya yönelik belirli bir türde anlayış ve içgörü kazanmaya yönelik araştırma yöntemlerinin bilinçli olarak geliştirilmesiyle sağlanabilir. Bu yaklaşım, temel bilişsel yeteneklerin ortaya çıkması ve bunlarla sınırlanmasının sonucunda bilimsel problem çözme uygulamalarının doğasını incelemeyi amaçlar.

Son otuz yılda, fen eğitimi alanındaki araştırmacılar, bilim insanlarının bilimsel çalışmalarını geliştirmek için modelleri nasıl kullanmaları gerektiğini, öğrenci ve öğretmenlerin modellere yönelik algılarını, fen öğretimi ve öğreniminde modellerin ve modellemenin rollerini, modelleme yeterliliğinin tanımlanması, geliştirilmesi ve değerlendirilmesi konularını incelemişlerdir (Chiu ve Lin, 2019). Araştırmacılar, bu bağlamda modeller, modelleme süreçleri, model veya modelleme tabanlı öğrenme ve modelleme uygulamaları için çeşitli tanımlar geliştirmişlerdir (Clement ve Rea-Ramirez, 2008; Schwarz vd., 2009).

Bilim öğrenimi bağlamında, bir model, bir hedefi temsil etme işlevine odaklanır; yani, bir kaynağı hedefe bağlayan bir benzetme ve kavramsal anlayış sağlayarak problem çözme ve fenomenleri tahmin etme süreçlerini kolaylaştıran bir araç olarak kullanılır (Giere, Bickle, ve Maudlin, 2006; Treagust, Chittleborough, ve Mamiala, 2004). Model aynı zamanda, bilimsel olayları açıklamak ve tahmin etmek için temel özelliklere odaklanarak bir sistemi soyutlayan ve basitleştiren bir temsil biçimidir (Schwarz vd., 2009). Modeller olmaksızın bilim düşünmek zor olabilir (Matthews, 2007). Bilim öğrenimi sürecinde, öğrenciler bir fenomenin epistemolojik yönlerini içselleştirmelerine yardımcı olabilecek anlamlı modeller geliştirebilirler (Schwarz ve White, 2005a, 2005b). Farklı açıklamalar göz önüne alındığında, modeller, gözlemlenebilir veya gözlenemeyen bir olayın, nesnenin veya fenomenin iç veya dış temsilleri olabilir. Bu tür temsiller, fenomene benzerlik özellikleri taşıyan görsel, matematiksel veya analogik temsiller olabilir ve aynı zamanda karmaşık sistemler olarak tanımlayıcı, açıklayıcı ve tahmin gücü sağlayabilirler. Bazı araştırmacılar, çeşitli model tabanlı öğretim tekniklerinin öğrencilerin ve öğretmenlerin modellere yönelik algılarını geliştirebileceğini belirtmişlerdir (Sins vd., 2009). Fen eğitiminde, öğretmenlere ve öğrencilere bilim insanlarının çalışma yöntemlerini, bilimsel araştırmaların nasıl yapıldığını ve bilimsel modeller aracılığıyla fenomenin nasıl sunulabileceğini ve yorumlanabileceğini anlama fırsatları sağlamak önemlidir.

Bu makalede, bazı astronomi kavramlarının öğrenimini; benzetme, görselleştirme ve simülasyon kullanarak kolaylaştırmak amacıyla geliştirilmiş oldukça ekonomik, ulaşılması kolay aynı zamanda anlaşılır ve açıklayıcı fiziksel modelimizin etkililiğini, verimliliğini değerlendirmek üzere öğretmen görüşleri alınmıştır.

Bu amaçla geliştirdiğimiz modeller ile ilgili olarak araştırmanın problem cümlesi “Araştırma kapsamında geliştirilen Güneş-Dünya-Ay modelleriyle öğretim yönteminin, Ay’ın evreleri, tutulmalar ve mevsimlere ilişkin kavramların öğretimine etkisi nasıldır?” olarak belirlenmiş ve şu sorulara yanıt aranmıştır;

AS1. Modeller hedef kavramlar ve olayların öğretimine katkı sağlıyor mu?

AS2. Modeller hedef kitle için uygun mu?

AS3: Modeller ergonomik mi?

AS3: Modeller ulaşılabilir mi?

1.1. Alanyazın taraması

Ortaokul müfredatı incelendiğinde; dolaylı ya da doğrudan astronomi kavramlarına değinildiği belirlenmiştir. 5. Sınıf müfredatında, “Işığın yayılması” ünitesinde ışığın davranışları, ışığın maddelerle ilişkileri ve bunların sonuçları üzerinde durularak dolaylı olarak astronomi kavramlarına değinilmektedir. Bunun yanında “Güneş, Dünya ve Ay” ünitesinde bu gök cisimlerinin tüm özelliklerine değinilerek, davranışlarının öğretimi gerçekleştirilmektedir. 6. sınıf müfredatını incelediğimizde, gezegenler, gezegenlerin Güneş’e göre davranışları ve pozisyonları, Güneş, Dünya ve Ay’ın birbirlerine göre davranışları ve bunların sonuçlarından Ay ve Güneş tutulmalarının öğretimi gerçekleştirilmektedir. Benzer şekilde 7.sınıf müfredatında yine astronomi kavramları öğretimi devam etmiştir. Yıldızların doğumu, yaşamı ve ölümü, Galaksiler, uzay ve uzay teknolojileri gibi birçok kavram ve olayın öğretimi sağlanmaktadır. 8.sınıf müfredatında ise yine Güneş ve Dünya’nın birbirine göre hareketlerinin sonuçları arasında olan “Mevsimlerin doğası” üzerine öğretim gerçekleştirilmektedir.

Görüldüğü üzere ortaokul müfredatında astronomi kavramları oldukça geniş bir yere sahiptir. Ancak bu kavram ve olayları her ne kadar hayatımızın içinde, günlük yaşantımızda deneyimleyebiliyor olsak dahi (mevsimlerin oluşumu, gece ve gündüz, tutulmalar, ayın evreleri gibi), bu olayların gerçekleşmesine neden olan bilimsel süreçleri doğrudan gözlemlememiz mümkün olmamaktadır. Dolayısıyla bu olay ve kavramların anlaşılması oldukça güç ve karmaşık gelmektedir. Araştırmada ifade edilen temel astronomi kavramlarının eğitiminde, doğrudan gözlenemeyen kavramları anlamak için hayal gücü ve yaratıcılığın önemli olduğuna vurgu yapılmaktadır (Köseoğlu, 2010). Yaratıcı düşüncüyü geliştirmek, sentez, analitik

düşünce ve pratik becerilere eşit ölçüde sahip olmayı gerektirir ve bu üç yetenek arasında denge sağlanması önemlidir (Saban, 2009).

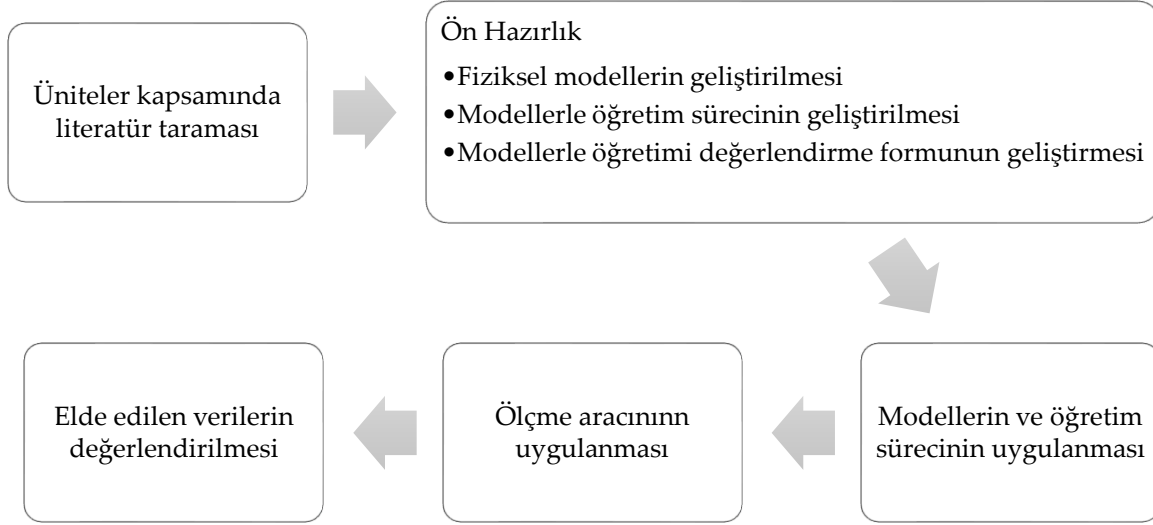
Eğitim alan yazınında, öğretmenlerin Ay'ın evreleri, Ay tutulmaları ve mevsimler konularındaki algılarına dair sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılan az sayıdaki araştırma, öğretmenlerin öğrencilerle benzer yanılığlara sahip olabileceğini göstermektedir (Kikas, 2004). İngiltere'de yapılan bir çalışmada, Parker ve Heywood (1998), 89 öğretmenden sadece 11'inin mevsimleri bilimsel olarak açıklayabildiğini belirlemiştir. Ay'ın evreleri ve tutulmaların anlaşılması sürecinde, Güneş-Dünya-Ay sistemine yönelik bakış açısının yer merkezli (jeosantrik) olmasının, astronomik nesnelere göreli büyüklükleri ve mesafeleri konusunda yanlış algılamalara (Miller ve Brewer, 2010) ve zihinsel olarak Dünya'nın bakış açısının referans olarak alınmasının, Ay'ın evreleri ve tutulmalarına dair kavramların anlaşılmasını zorlaştırdığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Gazit, Yair ve Chen, 2005). Bu nedenle, bu fenomenin üç boyutlu doğasının anlaşılmasını engelleyen faktörler ortaya çıkmaktadır. Ayrıca alan yazın incelendiğinde, makro veya mikro evrene ait kavram ve olayların öğretiminde modellerin kullanımının anlaşılabilirliği arttırdığına ilişkin çalışmalar olduğu belirlenmiştir. Örneğin, Frederiksen, White ve Gutwill (1998)'in yaptığı bir çalışma, modellemelerin, öğrencilerin kavramsal bağ kurabilme, yaratıcı düşünebilme becerilerini geliştirerek anlamlı öğrenmelerini sağladığı ve problem çözebilme yeteneklerini arttırdığını göstermiştir. Bu bilgilerden yola çıkılarak, Astronomi eğitimi alanında karşılaşılan güçlükler, problemler ve zihinsel model yapıları dikkate alınarak bu çalışmanın temeli oluşturulmuştur.

2. YÖNTEM

Araştırmaya konu olan modeller ve ilişkin ölçekler geliştirilerek pilot çalışmaları yapılmış ve elde edilen veriler doğrultusunda modeller iyileştirilmiştir. Araştırmaya ilişkin süreç şu şekildedir.;

- 1- Araştırmaya konu olan üniteye ilişkin alan yazın taraması yapılmıştır.
- 2- Araştırmada kullanılacak fiziksel modeller geliştirilmiştir.
- 3- Fiziksel modellere uygun öğretim süreci oluşturulmuştur.
- 4- Öğretim sürecinden sonra modeller hakkında öğretmen görüşlerini almak amacıyla açık uçlu soru formu uygulanmıştır.
- 5- Elde edilen verilerin analizi yapılarak çalışma sonuçlandırılmıştır.

Araştırma desenine ait işlem basamakları, daha anlaşılır hale getirilmek amacıyla Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Araştırma deseni işlem basamakları

Bu çalışma, ülke genelinde başvuran 547 öğretmen arasından seçilen 29 fen bilimleri öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerin ülkenin genelini temsil etmesi adına, her bölgeden dengeli bir şekilde katılımcı seçilmesine özen gösterilmiştir. Örneklem grubu, basit olasılıklı ve amaçlı örnekleme yöntemlerinin birlikte kullanılmasıyla belirlenmiştir.

Araştırmaya katılan öğretmenlere, bu çalışmanın araştırmacıları tarafından geliştirilen ve geçerlik/güvenirlik çalışmaları yapılmış bir ölçek ile ölçümler yapılmıştır. Çalışmada, yarı yapılandırılmış görüşme formu içeren nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Öğretmenlere, fiziksel modellerin etkililiğini ve verimliliğini belirlemeye yönelik görüşlerini almak amacıyla 6 maddeden oluşan açık uçlu bir soru formu uygulanmış ve modelleri değerlendirmeleri istenmiştir. Araştırma sürecinde geliştirilen fiziksel Güneş-Dünya-Ay modelleriyle öğretime ilişkin öğretmen görüşlerini ve düşüncelerini almak amacıyla, etkinlikler bittikten sonra öğretmenlere “Araştırma Kapsamında Geliştirilen Güneş-Dünya-Ay Modelleriyle Öğretim Değerlendirme Formu” (MÖDF) uygulanmıştır. MÖDF oluşturulurken üç öğretim üyesi ve en az 10 yıllık deneyime sahip beş öğretmenden oluşan uzmanlara ölçeğin ana amacı hakkında bilgi verilmiş, görüşlerine başvurularak değerlendirme yapmaları istenmiştir. Uzmanların değerlendirmeleri ışığında ölçekte gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Sonuç olarak ölçekte öğretmenlere, öğretim süreci, kullanılan modeller ve modellerin üzerlerinde bıraktığı etkiler hakkında sorular yöneltilmiştir. Öğretmenlerin yaptığı açıklamalara içerik analizi yapılmış ve veriler doğrultusunda yorumlanmıştır.

2.1. Modellerin Geliştirilme Aşamaları

Modellerin tasarlanma ve geliştirme aşamalarına ilişkin bilgiler alt başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

2.1.1. Model Geliştirilirken Referans Alman Kriterler

Model tasarlanırken Güneş, Dünya ve Ay’ın kendi eksenlerindeki hareketleri ile birbirleri ile yaptıkları hareketler belirlenmiştir. Bunun yanında modelin geliştirilmesi süresinde Güneş, Dünya ve Ay’a ilişkin bilgiler de değerlendirilmiştir. Bu bilgilere ilişkin veriler şu şekildedir:

- 1- Dünya kendi eksenini etrafında yaklaşık 23,5° lik bir eksen eğikliği ile dönmektedir.

- 2- Dünya Güneş'in etrafında eliptik bir yörüngede dolanmakta ve bu dolanım hareketini yaklaşık 365 gün altı saatte tamamlamaktadır.
- 3- Ay, Dünya ile birlikte Güneş'in etrafında dolanmaktadır.
- 4- Ay'ın Dünya etrafındaki yörüngesi ile Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesi arasında yaklaşık 5.1° lik eğim farkı vardır.
- 5- Güneş ışınlarının yeryüzü ile oluşturduğu açılar farklılık göstermektedir.
- 6- Dünya geoit bir şekle sahiptir.
- 7- Dünya'nın Güneş yörüngesinde en öte (günöte) ve en beri (günberi) noktaları bulunmaktadır.

Modellerin ergonomik olması (kullanışlı, sınıf ortamına getirilebilir ve ekonomik) göz önünde bulundurularak fiziksel ölçüleri, kullanılacak materyal türleri, taşınabilir olması aynı zamanda da amacına hizmet etmek konusunda yeterli olmasına dikkat edilerek tasarlanmış ve üç boyutlu çizimleri yapılmıştır.

2.1.2. Mevsimler Modelinin Geliştirilme Aşamaları

Mevsimler modeli geliştirilirken "Güneş ışınlarının yeryüzü ile yaptığı açıya bağlı olarak birim yüzeye düşen enerji miktarı" kavramının öğretilmesi planlanmıştır. Model bu plana göre kurgulanmıştır.

- 1- Güneş ile Dünya'nın büyüklük, uzaklık ve hareketlerine ilişkin bilimsel bilgiler toplanarak, modeldeki ölçeklendirme hesaplanmıştır. Dünya ile Güneş arasındaki uzaklığa ilişkin bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.
- 2- Model üzerinde Dünya'nın Güneş etrafında dolanım hareketini göstermek amacıyla farklı pozisyonlar (önemli tarihler) belirlenmiş, hareketli bir model yerine sabit ancak uygulanabilir bir model belirlenmiştir.
- 3- Güneş ve Dünya'nın gerçek boyutlarının aynı model içerisinde oluşturulması mümkün olmadığından Güneş yerine güçlü ışık demeti yayan üç fener kullanılmıştır. Modelin üç boyutlu çizimi Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmiştir.
- 4- Dünya'nın dört mevsimini gösteren 85 cm çaplık dört pilates topu üzerine Dünya'nın enlem ve boylamları çizilerek, Türkiye'nin Dünya üzerindeki konumu belirlenecek şekilde sabit sistemler oluşturulmuştur.
- 5- Dünya'nın eksenleri Kuzey Yıldızı'nı gösterecek şekilde konumlanmış ve bir metre yükseklikte destekler üzerine sabitlemiştir. Destekler üzerine önemli tarihler yazılmıştır. Bu önemli tarihlerde Dünya'nın olması gereken konumlar ve yaklaşık olarak mesafeleri hesaplanmıştır.
- 6- Dört Dünya modelinin ortasına (Güneş ile mesafeleri dikkate alınarak) dikey olarak aynı doğrultuda üç özdeş (1000 metre kapasiteli) fener kullanılmıştır. Fenerlerin arasında 13 cm aralık bırakılmıştır.
- 7- Fener ışıkları 21 Mart 23 Eylül tarihlerinde, en üstte olan Yengeç Dönencesi'ne ortadaki Ekvator ve en alttaki Oğlak Dönencesine düşecek şekilde konumlanmıştır.
- 8- Güneş ışınlarını yıl boyunca Dünya yüzeyine düştüğü enlemlerin yıl içerisindeki değişimi Tablo 2'de verilmiştir.
- 9- Modele ait teknik çizimler Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmiştir

Tablo 1.

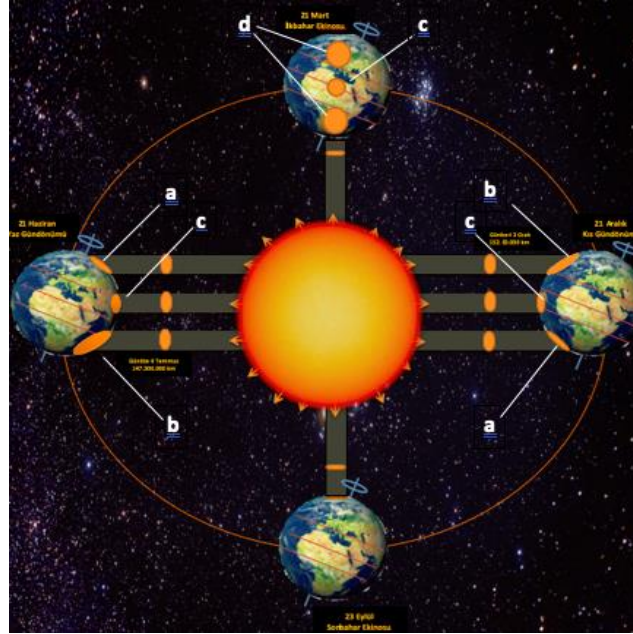
Güneş ve Dünya Arasındaki Gerçekte Olan ve Modeldeki Yaklaşık Uzaklıklar

Tarih	Gerçekte olan mesafe (yaklaşık)	Güneş ile Dünya arasındaki oranlanan mesafe
21 Mart	147000000-152000000 arası	139 cm
21 Haziran	147000000-152000000 arası	140 cm
4 Temmuz (Günöte)	152 000 000 km	142 cm
23 Eylül	147000000-152000000 arası	139 cm
21 Aralık	147000000-152000000 arası	138 cm
3 Ocak (Günberi)	147000000 km	137,3 cm

Tablo 2.

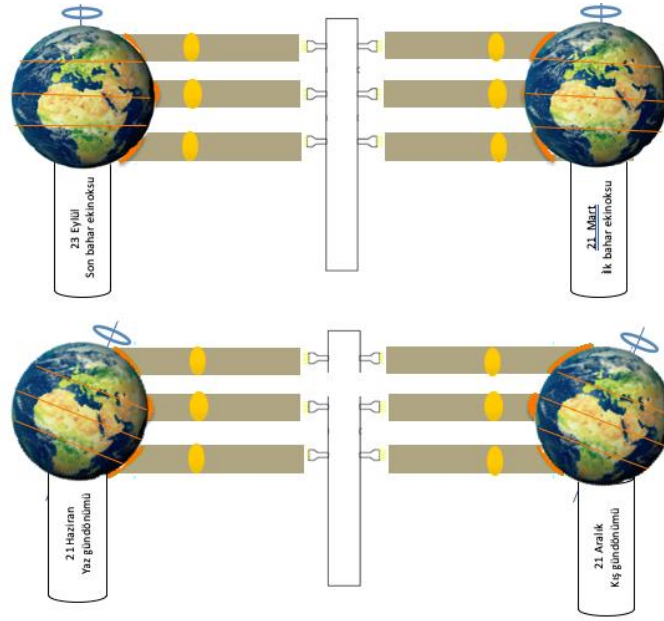
Modeldeki Güneş Işımını Temsil Eden Fenerlerin Dünya Üzerinde Düştüğü Dönenceler

Tarih	Üst fener	Orta fener	Alt fener
21 Mart	Yengeç Dönencesi	Ekvator	Oğlak Dönencesi
	23°27' kuzey paraleli	Başlangıç paraleli	23°27' güney paraleli
21 Haziran	Kuzey kutup dairesi	Yengeç Dönencesi	Ekvator
	66°33' kuzey paraleli	23°27' kuzey paraleli	Başlangıç paraleli
23 Eylül	Yengeç Dönencesi	Ekvator	Oğlak Dönencesi
	23°27' kuzey paraleli	Başlangıç paraleli	23°27' güney paraleli
21 Aralık	Ekvator	Oğlak Dönencesi	Güney kutup dairesi
	Başlangıç paraleli	23°27' güney paraleli	66°33' güney paraleli



* Aynı harfle ifade edilen bölgelerde Güneş ışığının yayılma miktarı aynıdır

Şekil 2. *Mevsimlerin Oluşumuna İlişkin Geliştirilen Modelin Teknik Çizimi (3 Boyutlu)*



Şekil 3. Mevsimlerin Oluşumuna İlişkin Geliştirilen Modelin Teknik Çizimi (2 Boyutlu)

2.1.3. Ay'ın Evreleri Modelinin Geliştirilme Aşamaları

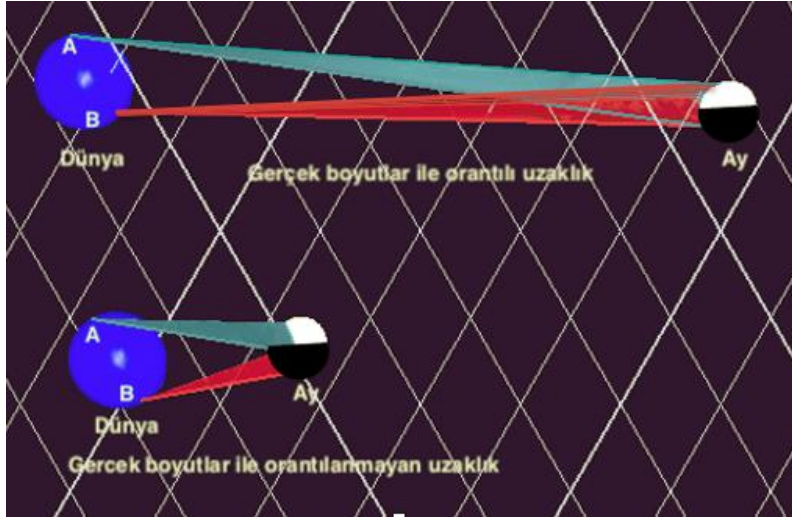
Ay'ın evrelerinin anlatıldığı model geliştirilirken Dünya ile Ay arasındaki mesafe dikkate alınmıştır. Model geliştirilirken Dünya ve Ay arasındaki gerçek mesafe ile orantılı küçültülmesine dikkat edilmiştir.

- 1- Evrelerin anlatılması aşamasında kullanılan 10 cm'lik beyaz köpük top ve 40 cm'lik Dünya modeli kullanılmıştır.
- 2- 10 cm'lik beyaz köpük topun yarısı siyaha boyanmıştır.
- 3- Ay'ın Dünya etrafındaki dolanımı katılımcılardan birisi tarafından Ay'ın yörünge hareketi ile uyumlu olacak şekilde yapılmıştır.
- 4- Modelin tam ortasına temsili bir Dünya (40 cm yarıçaplı) konulmuş ve katılımcılar gruplar halinde bu temsili Dünya'nın etrafına yerleştirilmiştir.
- 5- Modelde 40 cm çaplı Dünya modeli referans alınarak öncelikle 135 cm uzaklıktan ardından 12 metre mesafe uzaklıktan evreler gösterilerek farkları gösterilmiştir.
- 6- Dünya-Ay modeline ilişkin büyüklük ve uzaklık oranları Tablo 3'te verilmiştir.
- 7- Modele ait teknik çizimler Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.

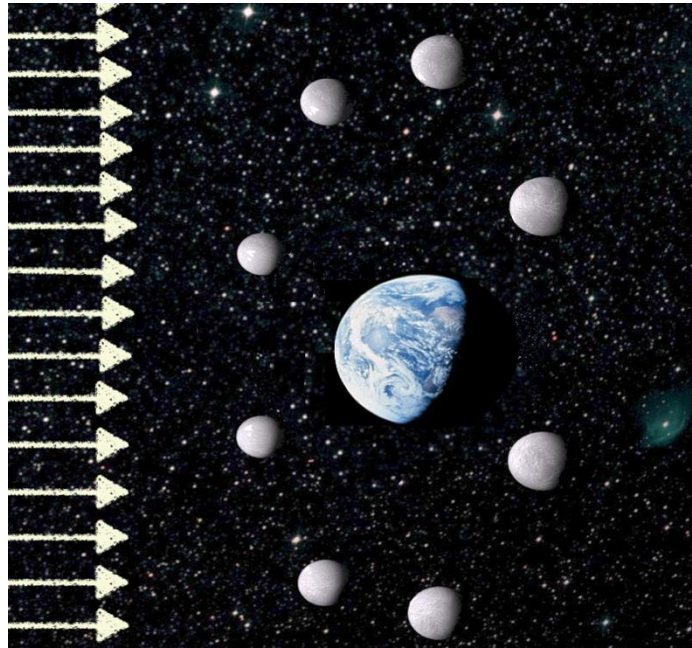
Tablo 3.

Dünya ve Ay'a İlişkin Gerçekte Olan ve Modeldeki Yaklaşık Değerler

	Gerçek Çap	Oranlanan Çap	Dünya Ay arasındaki gerçek mesafe (yaklaşık)	Dünya Ay arasındaki oranlanan mesafe
Dünya	12700km	40cm	384400km	12m
Ay	3474km	10cm		



Şekil 4. Ay'ın Evrelerine İlişkin Geliştirilen Modelin Teknik Çizimi-Uzaklığın Ay'ın Görünümüne Etkisi

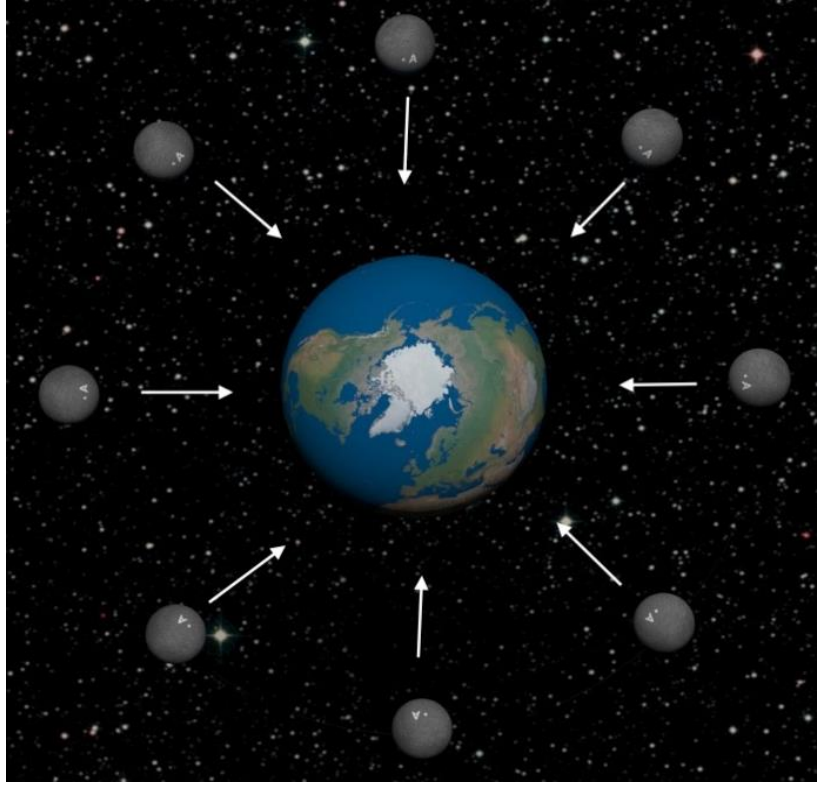


Şekil 5. Ay'ın Evrelerine İlişkin Geliştirilen Modelin Teknik Çizimi – Ay'ın Her Zaman Yarısının Aydınlık Olması (3 Boyutlu)

2.1.4. Ay'ın Hep Aynı Yüzünün Görülmesi Modelinin Geliştirilme Aşamaları

Ay'ın hep aynı yüzünün görünmesini tek bir Ay modeli ile anlatmak mümkün olmamaktadır. Modelleme esnasında iki rehber, modele destek sağlamıştır. Bu nedenle Ay'ın kendi eksenini etrafında dönme süresi ile Dünya etrafında dolanma süresinin eşit olması; bunun sonucu olarak Ay'ın hep aynı yüzünün görülmesinin nedenini açıklamak için aşağıdaki aşamalar gerçekleştirilmiştir.

- 1- Modelde Ay'ı temsil etmesi amacıyla aynı büyüklükte iki köpük toptan birisi (1. top) üzerinde Dünya üzerinden görüldüğü yeri temsilen bir nokta (A noktası) işaretlenmiştir. Diğer topu (2. top) ise bir rehber göğüs kısmına yerleştirmiş ve kendisi topla beraber Ay'ı temsil etmiştir.
- 2- 1. topun olduğu rehber, işaretli bölge hep Dünya'ya bakacak şekilde Dünya etrafında dolanmaya başlamıştır. 2. topu tutan rehber, diğer rehber bakarak olduğu yerde onunla paralel olacak şekilde aynı yönde dönmeye başlamıştır. Yani 1. rehber yüzü dolanma esnasında Kuzey'e dönükken 2. rehber de olduğu yerde yüzünü kuzeye dönmüştür. Aynı şekilde 1. rehberin yüzü Kuzey Batı'ya dönükken 2. rehberin yüzü de Kuzey Batı'ya dönük olacak şekilde 360° lik dolanma hareketi tamamlanmıştır. Sonuçta 1. rehber 360° lik dolanma hareketini tamamladığında olduğu yerde kendi eksenini etrafında dönen 2. rehber de 360° lik dönme hareketi tamamlamış olmaktadır.
- 3- Bu sayede yaklaşık 29 günde tamamlanan dolanma hareketi neticesinde Ay'ın da kendi eksenini etrafında dönüşü ve hep aynı yüzünün görünmesi açıklanmıştır.
- 4- Modele ait teknik çizimler Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmiştir



Şekil 6. *Ay'ın Hep Aynı Yüzünün Görülmesi İlişkin Geliştirilen Modelin Teknik Çizimi – Bakış Açısı 1 (3 Boyutlu)*

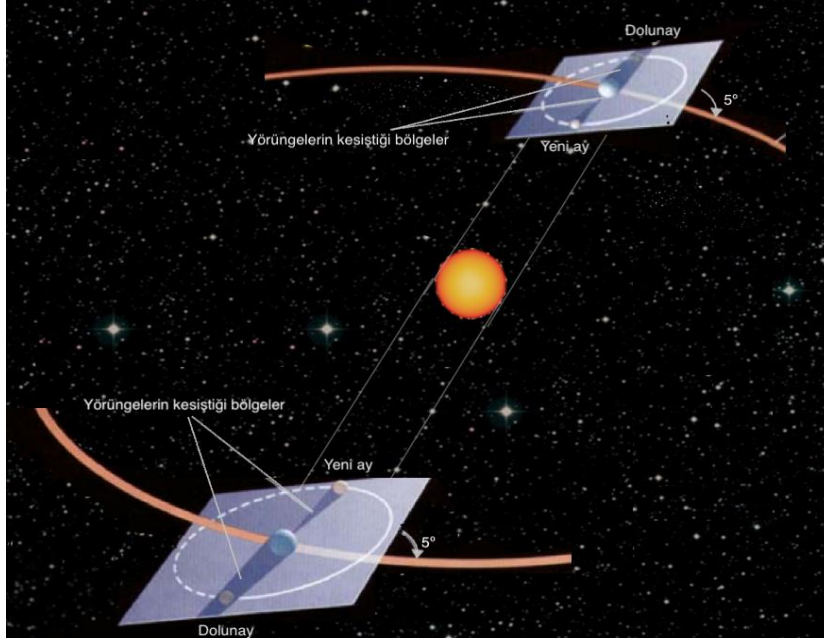


Şekil 7. Ay'ın Hep Aynı Yüzünün Görülmesi İlişkin Geliştirilen Modelin Teknik Çizimi – Bakış Açısı 2 (3 Boyutlu)

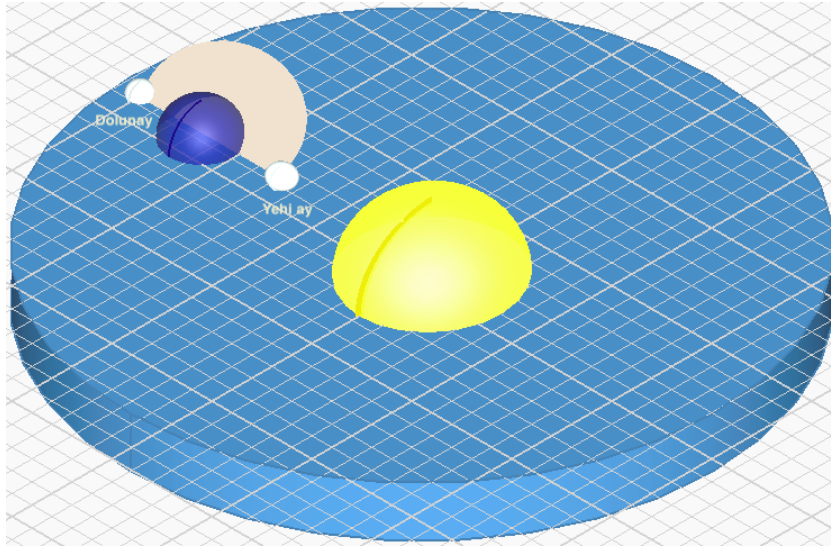
2.1.5. Tutulmalar Modelinin Geliştirilme Aşamaları

Güneş ve Ay tutulmalarına ait modellerde dikkat edilen üç unsur belirlenmiştir.

- 1- 40 cm'lik bir Dünya modeli için Dünya ve Ay arası mesafenin yedi metre ve Ay modelinin 10 cm olması gerektiği belirlenmiştir.
- 2- Yörüngeler arasındaki farka dayalı olarak Ay modeli Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesi referans alınarak yaklaşık bir metre yukarıdan ve aşağıdan olacak şekilde bir yörüngede dolandırılmıştır.
- 3- Bu dolanım esnasında iniş ve çıkış düğüm noktalarından (iki yörüngenin kesiştiği noktalar) bahsedilmiştir.
- 4- Bu düğümler eğer yeni ay evresinde iken gerçekleşirse Güneş tutulması, dolunay evresinde iken gerçekleşirse Ay tutulmasının gerçekleştiği ifade edilmiştir.
- 5- Gök cisimlerinin uzaklıklarına bağlı olarak tam tutulma, parçalı tutulma veya halkalı tutulmalar gibi tutulmaların farklı versiyonlarının yaşanabileceği model üzerinde gösterilmiştir.
- 6- Modele ait teknik çizimler Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 8. Tutulmalara İlişkin Geliştirilen Modelin Teknik Çizimi-I (3 Boyutlu)



Şekil 9. Tutulmalara İlişkin Geliştirilen Modelin Teknik Çizimi-II (3 Boyutlu)

2.2. Verilerin analizi

Öğretmenlere uygulanan açık uçlu soru formlarından elde edilen veriler, nitel veriler olarak nicel içerik analizi değerlendirme yöntemlerine göre analiz edilip değerlendirilmiştir. Nitel veriler analiz edilirken nicel içerik analizi yapılmıştır (Metin ve Ünal, 2022). İçerik analizinde, çok sayıda materyal içerisinde sistematik ve ortak veriler elde edilir. Bu verilere ait kategoriler oluşturulurken, belirlenen kelimelerin veya kavramların tekrar etme sıklığı tespit edilmiştir. Nicel içerik analizinde ise yazılı metnin görünür yüzeyindeki içeriğin kodlanarak, metin içinde geçen kelime veya kavramların kaç kez kullanıldığı gözden

geçirilmiş ve not edilmiştir (Gökçe, 2006). Analizler yapılırken, yorumlamaların daha adil bir şekilde yapılmasına imkan sağlanması amacıyla (Neuman, 2017) nitel verilerin sayılara dökülerek, kategoriler arasında karşılaştırması yapılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Dolayısıyla bu çalışmada, elde edilen verilerin içerik analizinde nitel verilerin nicel analizi yöntemi kullanılmıştır.

.Öğretmen görüşlerini ve düşüncelerini alabilmek amacıyla, araştırma kapsamında geliştirilen Güneş-Dünya-Ay modelleri kullanılarak eğitim süreci uygulanmıştır. Bu eğitim süreçleri bittikten sonra öğretmenlere “Araştırma kapsamında geliştirilen Güneş-Dünya-Ay modelleriyle öğretim değerlendirme formu” (MÖDF) uygulanmıştır. Öğretmenlerin yapılan öğretim süreci, kullanılan modeller ve onlarda bıraktığı etkileri belirlemek amacıyla sorular yöneltilmiştir. Bu formda yer alan sorular şu şekildedir.

- 1- Araştırma konularına ilişkin geliştirilen modellerle öğretim süreci ile ilgili görüş ve düşünceleriniz nelerdir?
- 2- Araştırma konularını kendi derslerinizde işlerken geliştirilen modelleri sınıflarınızda uygulayabileceğinizi düşünüyor musunuz? Neden?
- 3- Geliştirilen modellerin öğrencilerinizin seviyesine uygun olduğunu veya onların seviyesine indirgenebileceğini düşünüyor musunuz? Neden?
- 4- Geliştirilen araştırma kapsamında geliştirilen Güneş-Dünya-Ay modelleriyle öğretim süreci size ilgili konularda bilmediğiniz ya da yanlış bildiğiniz kavram ya da kavramları öğretmede etkili oldu mu?
- 5- Kendi derslerinizde en çok hangi modelleri kullanmayı düşünürsünüz?
- 6- Daha farklı geliştirilseydi dediğiniz ya da yetersiz olduğunu düşündüğünüz model/modeller var mı? Varsa ne gibi düzenlemeler yoluna yapılmalıdır?

Araştırma kapsamında geliştirilen fiziksel modeller ile ilgili öğretmen görüşlerini alabilmek adına gerçekleştirilen uygulamaların ardından uygulanan MÖDF’ye verilen yanıtlarda, soru soru içerik analizi NVIVO 12 nitel analiz programı ile yapılmıştır. Öncelikle tüm yanıtlar okunarak cevaplar kategorilere ayrılmıştır. NVIVO 12 programı ile bu yanıtlar kategorilere dağıtılmış ve program aracılığıyla frekans/yüzde dağılımları yapılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Öğretmenlere ait betimsel bilgiler

Tablo 4.

Öğretmenlerin Betimsel Bilgileri

Mesleki tecrübe (yıl)	Kadın	Erkek	Toplam	%
1-5 yıl	12	3	15	51,7
6-10 yıl	7	2	9	31,3
11-15 yıl	2	1	3	10,1
16-20 yıl	0	0	0	0
20+	1	1	2	6,8
%	75,9	24,1	100	
Eğitim durumu				
Lisans	12	4	16	55,17
Yüksek lisans	9	3	12	41,38
Doktora	1	-	1	3,45

Tablo 4'e göre, araştırmaya katılan gönüllü öğretmenlerin büyük çoğunluğunun kadın ve lisans ya da yüksek lisans mezunu olduğu belirlenmiştir. Bu araştırmada 1-5 yıllık mesleki tecrübeye sahip öğretmenler özellikle seçilmiştir. Bunun nedeni ise son yıllarda astronomi dersinin birçok üniversitenin Fen Bilimleri öğretmenliği bölümünde verilmeye başlamış olmasıdır. Daha önceki yıllarda meslek hayatına başlamış olan öğretmenlerin üniversite yıllarında astronomi dersi almadıkları yapılan çalışma kapsamında belirlenmiştir. Dolayısıyla son yıllarda mezun olan öğretmenlerin tercih edilmesine karar verilmiştir.

3.2. MÖDF'ye ait bulgular

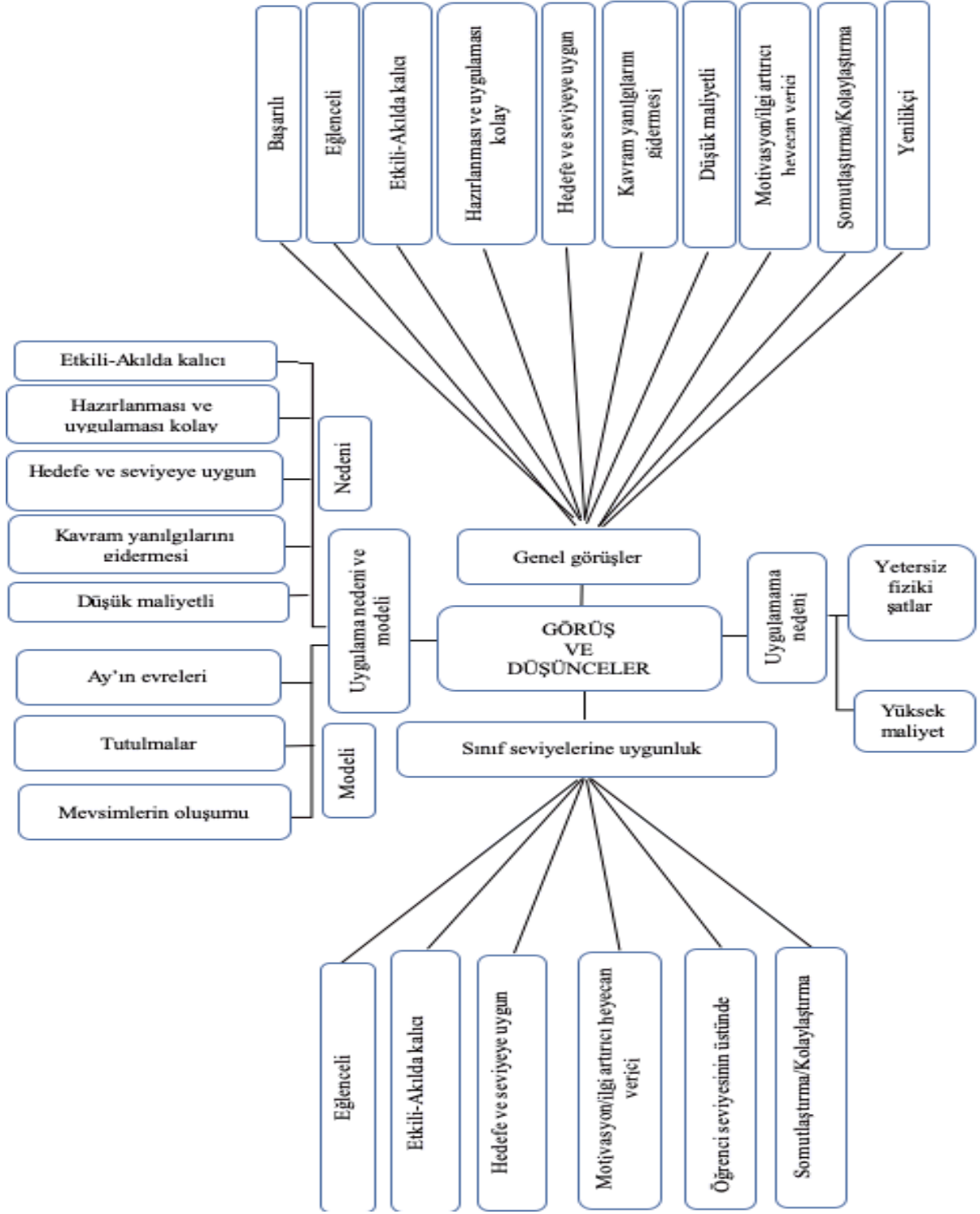
Uygulanan MÖDF'ye ve yapılan soru soru içerik analizine göre; öğretmenlerin araştırma çerçevesinde kullanılan modellere ilişkin görüş ve düşünceleri "Genel görüşler, Sınıf seviyelerine uygunluk, Uygulamayı düşünme nedenleri ve Hangi modelleri uygulayacakları, Uygulamama nedenleri" olarak kategorileştirilmiştir.

"Genel görüşler" kategorisi öğretmenlerin genel olarak bu modellerin kendileri üzerindeki etkisini araştırmak ve kendilerine etkisini belirlemek amacıyla oluşturulmuştur.

"Sınıf seviyelerine uygunluk" kategorisi geliştirilen fiziksel modeller kazanımlar doğrultusunda beş, altı ve sekizinci sınıfların ders süreci içinde doğrudan ya da kısmen değişiklik yapılarak uygulanabilirliğini ve hangi yönleri ile sınıf seviyelerine uygun olduğunu belirlemek adına yapılmıştır.

"Uygulama nedenleri" kategorisi eğer uygulayacak olsalar hangi belirgin özelliklerinden dolayı modelleri kullanmayı tercih edecekleri ve eğer kullanmaya karar verirlerse hangi modelleri tercih edeceklerini belirlemek adına oluşturulmuştur.

"Uygulamama nedenleri" kategorisi ise öğretmenler araştırma sürecinde oluşturulan modelleri uygulamayı düşünmüyorlar ise nedenlerinin neler olduğunu belirlemek adına oluşturulmuştur. Oluşturulan kategorilere ilişkin kategoriler Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. Geliştirilen Fiziksel Modelleri ile İlgili Öğretmen Görüş ve Düşüncelerine Ait Kategoriler

Geliştirilen modellere ilişkin öğretmen görüşleri incelendiğinde öğretmenlerin genel olarak kendi zihinsel modellerinde etkili olduğu, ilgi çekici olduğu, motivasyon artırdığı, eğlenceli olduğu, sınıf seviyelerine uygun olduğu yönünde fikirleri olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar öğretmen ve öğrenci seviyesi için uygun modeller olduğunu göstermektedir. Ayrıca modeller ile ulaşılmak istenen en önemli amaçlardan

birisi modellerin her öğretmenin sınıf ortamına getirebilmesidir. Öğretmenlerden alınan geri bildirimler modellerin masrafsız ve her eğitim ortamına getirilebileceğini göstermektedir.

Araştırma süreci boyunca modellerden beklenen ana hedefler;

- 1- Modellerin ergonomik olması,
- 2- Öğretmen düzeyine uygun olması,
- 3- Öğrenci düzeyine uygun olması,
- 4- Dikkat çekici olması,
- 5- Kazanımlara uygun olması şeklindedir.

Öğretmenlerden elde edilen görüşlere ait frekans tablosu bu hedeflere ne ölçüde ulaşıldığı konusunda fikir vermektedir. Modellere ilişkin öğretmen görüşlerine ait frekanslar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5.

Öğretmenlerin MÖDF'ye İlişkin Görüş ve Düşüncelerine İlişkin Frekans Tablosu

	Görüş ve Düşünceler	Alt kategoriler	Frekans	
Kategoriler	Genel görüşler	Başarılı-Verimli	18	
		Eğlenceli	9	
		Etkili-Akılda kalıcı	12	
		Hazırlanması ve uygulanması kolay	18	
		Hedefe ve seviyeye uygun	20	
		Kavram yanlışlarını gidermekte	11	
		Maliyeti az	17	
		Motivasyon/İlgi artırıcı- heyecan verici	8	
		Somutlaştırma-Kolaylaştırma	7	
		Yenilikçi	1	
	Sınıf seviyelerine uygunluk	Eğlenceli	5	
		Etkili-Akılda kalıcı	7	
		Hedefe ve seviyeye uygun	19	
		Motivasyon/İlgi artırıcı- heyecan verici	4	
		Somutlaştırma-Kolaylaştırma	6	
		Öğrenci seviyesinin üstünde	1	
	Uygulama nedenleri/modeli	• Uygulamayı etkileyen faktörler	Etkili-Akılda kalıcı	8
			Hazırlanması ve uygulanması kolay	11
			Hedefe ve seviyeye uygun	5
			Kavram yanlışlarını gidermekte	8
Maliyeti az			9	
• Uygulanması düşünülen modeller		Ay'ın evreleri	18	
		Tutulmalar	8	
		Mevsimlerin oluşumu	19	
		Uygulamama nedenleri	Maliyetli	2
			Yetersiz fiziki şartlar	2

Tablo 5 incelendiğinde araştırma kapsamında kullanılan modellerin öğretmenler üzerindeki etkisine ilişkin öğretmen görüşlerinin içerisinde genel olarak araştırmaya katılan öğretmen grubunun seviyesine ve kazandırılmak istenen kazanımlara uygun olduğu görüşüne sahip oldukları görülmektedir. Bununla

beraber öğretmenler geliştirilen fiziksel modellerin hazırlanmasının ve uygulanmasının kolay olduğunu düşünmektedirler. Maliyetin az olduğu da ortak kanaatler arasında yer almaktadır. Ardından modellerin etkili ve kazanımların akılda kalmasına fayda sağladığı görüşü gelmektedir. Sistematik olarak seçilen öğretmenlerin modellere ilişkin görüşleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6.

Öğretmenlerin Modellere İlişkin Genel Görüşleri

Öğretmen	Görüş ve Düşünceler
Ö2	1) Modellerle öğretim yapmanın, geleneksel yöntemlerle öğretim yapmaya kıyasla daha akılda kalıcı ve boğu yarıdan daha başarılı olduğunu düşünüyorum. Modellerle öğretim yaparak, yaparak yaşayarak uygulamaya yapmanın öğrencilerde motivasyonu arttırdığını ve dersle olan ilgilerini arttırdığını düşünüyorum.
Ö8	1) Modellerin okulda işleyeceğimiz konuların somutlaştırılmasında etkili olacağını düşünüyorum. Özellikle galileo skop ve takım yıldızı yetkinliği çocukların çok ilgisini çekecek, eğlenerek öğrenmelerini sağlayacaktır.
Ö14	Ö. Araştırma konularına uygun modellere yer verilmesini, daha da fazla sınıflar yerine model yapımına yer verilmesi gerektiğini düşünüyorum.
Ö20	1. Olunmuş, eşitler bir süreçti. Sunular yerine daha çok uygulamaya dönüktü.
Ö26	- Tüm sunuları ve modelleri sınıflarımda uygulayacağım. Ayın-eureles modellerini zaten uyguluyordum.

Öğretmenlerin, uygulanan modellerin kendi öğrenci seviyelerine uygun olup olmama durumuna ilişkin görüşleri incelendiğinde en çok dikkat çeken görüş hedefe ve seviyeye uygun olduğu yönündeki kategoridir. Öğretmenler genel olarak uygulanan modellerin beş, altı ve sekizinci sınıf seviyelerine uygun olduğunu düşünmektedir. Bunun yanında etkili-akılda kalıcı olduğu yönünde de görüşleri vardır. Modellerin öğrenci seviyesine uygunluğuna ilişkin sistematik olarak seçilen öğretmen görüşlerinin Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7.

Öğretmenlerin Modellerin Öğrenci Seviyesine Uygunluğuna İlişkin Görüşleri

Öğretmen	Görüş ve Düşünceler
Ö1	- Bu etkinlikler gerek kolay uygulanabilir ve çok faydalı. Asıl amaç yas problemleri için hem öğretici hem eğlenceli.
Ö7	3. Çoğu zaten öğrenci seviyesinde olan modellerde Müfredatta uygun.
Ö13	3. Evet. Çoğu öğrenci seviyesine uygundur. Uygun olmayan modeller uygun düzeye indirilebilir. Projede şanti hocaların da bu konuda tavsiyeleri de bulundukları.
Ö19	3. Çok uygun olduğunu düşünüyorum. Öğrencilerin merak duygusuna bilginine duygusuna hitap ediyor.
Ö25	3. Evet yaptığımız modellerimiz bizim sınıflarımızda dahi uygulayabileceğimiz kadar basit anlaşılır keyifli olduğunu düşünüyorum. Çocuklarda yaratıcılık duygusunu artıracağına eminim teşekkürler...

Modellerin uygulanması konusunda öğretmen görüşleri alınmıştır. Öğretmenler araştırma sürecinde geliştirilen fiziksel modelleri kullanmayı hangi özelliğinden dolayı tercih ettikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Öğretmenlerin genel olarak hazırlanmasının ve uygulanmasının kolay olmasından, maliyetinin az olmasından ve akılda kalıcılığa etkisinin yüksek olmasından dolayı kullanmayı tercih ettikleri belirlenmiştir.

Modellerin kullanılmasına ilişkin tercihlerin nedenleri ile hangi modelin kullanmayı tercih ettiklerine ilişkin sistematik olarak seçilen öğretmen görüşleri Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8.

Öğretmenlerin, Modellerin Kullanılmasına İlişkin Tercihlerin Nedenleri ile Hangi Modelin Kullanmayı Tercih Ettiklerine İlişkin Görüşleri

Öğretmen	Görüş ve Düşünceler
Ö3	<p>2. Evet. Uygulanması kolay. Olusabilecek kavram yanlışlığını önlemeye yönelik olduğu için.</p> <p>5) Ayın evrelerinin Dünyanın her yerinden görünümü ile ilgili etkinlik ✓ Ayın evrelerinin görünümü durumu</p>
Ö9	<p>2) Bu eğitim özellikle 7.sınıf ve 8.sınıf öğrencileri için yapılan modeller ve etkinlikler için güzel bir materyal oluşturmaktadır.</p> <p>5) Mevsimler modeli, Ay'ın evreleri modeli.</p>
Ö15	<p>C-2 Fesitirilen modelleri kavramları modelleme yoluyla daha kolay, eğlenceli ve kalıcı öğrenmeyi sağlanmaktadır. Bu nedenle derslerimde modelleme yöntemini çokça kullanmaktayım. Geliştirilmiş modelleri de öğrendikçe uygulamaya devam edeceğim.</p> <p>C-5 Mevsimlerin durumu, Güneş ve Ay tutulması, Ay'ın evreleri</p>
Ö21	<p>2. Evet. Modellere ulaşım-yapılını uygulatabilirliği yüksek ve alternatif kavramın önlenmesi ve giderilmesinde etkilidir.</p> <p>3. Mevsimler, Ay'ın evreleri, tutulmalar.</p>
Ö27	<p>2) Uygulanabilir modeller her sınıf ortamına, her yaş düzeyine uygun modeller olduğu için uygulayabildiğimi düşünüyorum.</p> <p>5) En baktarı kullanmak istediğim model Ay'ın evreleri ile ilgili</p>

Genel olarak bakıldığında öğretmenler hem kendileri hem de öğrencilerinin hazırbulunuşlukları açısından araştırma sürecinde geliştirilen fiziksel modellerin hedefe ve seviyeye uygun olduğu yönünde görüş bildirmiştir. Ayrıca geliştirilen fiziksel modellerin hazırlanmasının ve kullanımının kolay olduğu yönünde görüşler yer almaktadır. Yalnız iki öğretmen devlet okulunda bu modelde kullanılan malzemelerin temin edilmesinde problem yaşanabileceği ve bazı devlet okullarında bu modellerin kurulma ve uygulanma aşamasında problem yaşanabileceği yönünde görüş bildirmiştir. Ancak öğretmenler genel olarak modellerin etkili, akılda kalıcı, kavram yanlışlarının önüne geçmede yeterli, başarılı, motivasyon ve ilgi artırıcı, heyecan verici olduğu yönünde görüşleri de belirlenmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Son yıllarda yapılan çalışmalar, bilim eğitiminin modellerle nasıl geliştirilebileceğine dair önemli bulgular sunmaktadır. Özellikle, modellerin öğrenci motivasyonunu artırıcı ve öğrenme süreçlerini destekleyici etkileri, öğrenci merkezli yaklaşımların başarısını desteklemektedir (Tzou, 2018; Erbas ve Demirtaş, 2021). Gelişmiş dijital modellerin bilimsel kavramları öğretmedeki etkinliği üzerine yapılan çalışmalar, teknolojinin eğitimdeki rolünü güçlendirmektedir (Hsu vd., 2020; Kay, 2022). Ek olarak, modellenmiş öğrenme ortamlarının öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmede etkili olduğu ve bilimsel kavramları daha derinlemesine anlamalarına yardımcı olduğu belirtilmiştir (Chiu vd., 2023; Zhu vd., 2022). Bu bulgular, bilim eğitiminin modern araçlar ve yöntemlerle daha etkili hale getirilebileceğini ve öğrencilerin öğrenme süreçlerine önemli katkılar sağladığını göstermektedir.

Bu çalışmada, Güneş-Dünya-Ay modelleriyle öğretimin, Ay'ın evreleri, tutulmalar ve mevsimlere ilişkin kavramların öğretime etkililiği dört ana soruya yanıt arayarak incelenmiştir:

1. Modeller hedef kavramlar ve olayların öğretime katkı sağlıyor mu? (AS1)
2. Modeller hedef kitle için uygun mu? (AS2)
3. Modeller ergonomik mi? (AS3)
4. Modeller ulaşılabilir mi? (AS4)

Her bir soru, öğretmenlerin modellerin ve modellemenin doğasını anlama ve geliştirmek için ortaya çıkan ihtiyaçları vurgulamaktadır. Araştırma sonucunda öğretmenler, modellerle yapılan öğretimin öğrencilerin "öğrenmelerini kolaylaştıracağı ve konuyu daha iyi kavramalarını sağlayacağı" şeklindeki düşüncelerini ifade etmişlerdir. Ayrıca, geliştirilen modellerin "eğlenceli ve ilgi çekici" olduğunu belirtmişlerdir.

Öğretmenler, deneyimlerine dayanarak, araştırmada denenen modellerin gelecekteki düşünme faaliyetlerinin sürdürülebilirliği ve hedeflere uygulanabilirliğini olumlu değerlendirmişlerdir. Bu modellerin ve benzerlerinin, öğrenci sorumluluğunu artırmayı ve hem öğrenci hem de toplumda değişimi kolaylaştırmayı amaçlayan işlevsel ve öğrenen-merkezli bir pedagoji sağladığını ifade etmişlerdir. Hodson (2011a) ve Lotz-Sisitka vd. (2015b) çalışmaları, öğrenci sorumluluğunu artırarak öğrenme işlevinin öğrencinin kendisi tarafından yapılmasını sağlayacak etkinliklerin önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, yeni modellerin öğrencilerin bilişsel ve duygusal gelişimlerine katkıda bulunarak öğrenme süreçlerini derinleştirebileceği ifade edilmiştir (Smith vd., 2023; Brown ve Martin, 2023). Bu bağlamda, modellerin öğrencilerin hayal gücünü pozitif yönde etkileyerek etkin bir öğrenme süreci sağladığına dair bulgular, Carabelli ve Lyon (2016) tarafından olayları algılamamızın ve zihnimize yaratmamızın öğrenmenin önemli bir parçası olduğu görüşünü desteklemektedir.

5. ÖNERİ

Modelleme ile yapılan eğitim sürecinin ideal öğrenme çıktıları hızlı bir şekilde gerçekleşmez, ancak iyi planlanmış öğretim ve iyi eğitilmiş öğretmenler aracılığıyla kademeli iyileştirme elde edilebilmektedir. Bununla birlikte, başarılı eğitimin ruhları olan öğretmenleri, modelleme için modelleme yeterliliği ve pedagojik içerik bilgisi geliştirme ihtiyacının farkında olmaları, böylece öğrencilerin üretmelerini

beklediklerini dışsallaştırabilmeleri ve modelleme yaklaşımı öğretiminin amacını anlayabilmeleri konusunda bilinçli olmalı oldukça önem arz etmektedir.

Burada tartışılan sonuçlar, gelecekte yapılacak çalışmalarda öncelikle öğretmenlerin modellere ilişkin eğitimini ön planda tutmalarının önemli olduğunu ortaya koymuştur. Öğrenciler için geliştirilecek her türlü modelin öncelikle öğretmenler üzerinde uygulanması, elde edilen sonuçlar ile öğretmenlerin görüş ve düşünceleri doğrultusunda modellerini geliştirmeleri önerilmektedir.

Kaynakça /Reference

- Bencze, L., Sperling, E. ve Carter, L. (2012). Students' research-informed socio-scientific activism: re/visions for a sustainable future. *Research in Science Education*, 42(1), <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9260-3>.
- Brown, A. L., and Martin, T. J. (2023). *Innovative models for enhancing science education: Cognitive and emotional benefits*. *Journal of Educational Psychology*, 115(2), 310-325. <https://doi.org/10.1037/edu0000607>
- Carabelli, G. ve Lyon, D. (2016). Young people's orientations to the future: Navigating the present and imagining the future. *Journal of Youth Studies*, 19(8), <https://doi.org/10.1080/13676261.2016.1145641>.
- Chiu, M.-H., Chiu, M.-H., and Lin, S.-S. (2023). Model-based reasoning in science education: Current research and future directions. *International Journal of Science Education*, 45(5), 768-788. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2007811>
- Chiu, M.H. ve Lin, J.W. (2019). Modeling competence in science education. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(12). <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0012-y>
- Clement, J. J., ve Rea-Ramirez, M. A. (2008). *Model based learning and instruction in science*. vol 2. Dordrecht: Springer.
- Emirbayer, M. ve Mische, A. (1998). What is agency? *American Journal of Sociology*, 103 (4), <https://doi.org/doi:10.1086/231294>.
- Erbas, A. K., and Demirtaş, H. (2021). The impact of advanced models on science education: A review. *Journal of Science Education Research*, 35(1), 55-70. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09868-3>
- Frederiksen, J. R., White, B. Y. ve Gutwill, J. (1998). Dynamic mental models in learning science: the importance of constructing derivational linkages among models. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 806-836. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199909\)36:7<806::AID-TEA5>3.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199909)36:7<806::AID-TEA5>3.0.CO;2-2)
- Gazit, E., Yair, Y. ve Chen, D. (2005). Emerging conceptual understanding of complex astronomical phenomena by using a virtual solar system. *Journal of Science Education and Technology*, 14(5), 459-470, <https://doi.org/10.1007/s10956-005-0221-3>
- Giere, R. N., Bickle, J., and Maudlin, R. F. (2006). *Understanding scientific reasoning*, (5th ed.). Belmont: Thomson/Wadsworth.
- Gökçe, O. (2006). *İçerik analizi kurumsal ve pratik bilgiler*. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, <https://doi.org/doi:10.1080/09500690305021>.
- Hodson, D. (2011a). *Looking to the Future: Building a Curriculum for Social Activism*, Sense Publishers, Rotterdam.
- Hodson, D. (2011b). *Moving towards more effective science teaching: The role of student-centered approaches*. *Science Education Review*, 10(1), 35-50. <https://www.scienceeducationreview.com/article/view/55>
- Hsu, P.-S., Ching, Y.-H., and Grabowski, B. L. (2020). *Digital models in science education: Opportunities and challenges*. *Computers and Education*, 152, 103875. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103875>

- Kay, R. H. (2022). *Enhancing science learning through technology: The impact of digital models*. *Journal of Educational Technology and Society*, 25(2), 75-88. <https://www.jstor.org/stable/45259083>
- Kikas, E. (2004). Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), <https://doi.org/10.1002/tea.20012>
- Köseoğlu, F. (2010). Fen eğitiminde bilimin doğası ve öğretimi. *TÜBİTAK BGDEB 2229, Kimya-I Çalıştayı, Çanakkale*.
- Laherto, A. ve Rasa, T. (2022). Facilitating transformative science education through futures thinking. *The international journal of learning futures*, 30(2). <https://doi.org/doi: 10.1108/OTH-09-2021-0114>
- Laherto, A., Kampschulte, L., de Vocht, M., Blonder, R., Akaygun, S. ve Apotheke, J. (2018). Contextualizing the EU's 'responsible research and innovation' policy in science education: a conceptual comparison with the nature of science concept and practical examples, *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), <https://doi.org/10.29333/ejmste/89513>.
- Lotz-Sisitka, H., Eames, M., and Weaving, R. (2015). *Transformative science education: Exploring new directions*. *Environmental Education Research*, 21(4), 486-505. <https://doi.org/10.1080/13504622.2014.990154>
- Lotz-Sisitka, H., Wals, A.E., Kronlid, D. ve McGarry, D. (2015). Transformative, transgressive social learning: rethinking higher education pedagogy in times of systemic global dysfunction. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 16 <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.07.018>.
- Matthews, M. R. (2007). *Models in science and in science education: An introduction*. *Science and Education*, 16, 647-652.
- Metin, o ve Ünal, Ş. (2022). İçerik Analizi Tekniği: İletişim Bilimlerinde ve Sosyolojide Doktora Tezlerinde Kullanımı. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(Özel sayı 2), 275-294.
- Miller, B. W. ve Brewer, W. F. (2010). Misconceptions of astronomical distances. *International Journal of Science Education*, 32(12), 1549-1560. <https://doi.org/10.1080/09500690903144099>
- Nersessian, N. (2013). *Mental Modeling in Conceptual Change*. *the Handbook of Conceptual Change*, in Vosniadou, S. (Ed), Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum
- Neuman, L. W. (2017). *Toplumsal araştırma yöntemleri nitel ve nicel yaklaşımlar*. (S. Özge, Çev.). Ankara:Yayınodası.
- Parker, J. ve Heywood, D. (1998). The earth and beyond: Developing primary teachers' understanding of basic astronomical events. *International Journal of Science Education*, 20(5), 503-520. <https://doi.org/10.1080/0950069980200501>
- Roberts, D.A. ve Bybee, R.W. (2014). *Scientific literacy, science literacy, and science education*, in Lederman, N.G. and Abel, S.K. (Eds), *Handbook of Research on Science Education*, Vol. II, Routledge, New York, NY, pp. 545-558.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Heriksson, H. ve Hemmo, V. (2007). Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe, *European Commission, Directorate-General for Research, Science, Economy and Society*, Brussels, available at: https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Saban, A. (2009). *Öğrenme öğretme süreci yeni teori ve yaklaşımlar*. Ankara: Nobel yayın Dağıtım.
- Schwarz, C. V., and White, B. Y. (2005a). *The role of models in science education: A case study*. *Science Education*, 89(6), 1070-1093. <https://doi.org/10.1002/sce.20089>

- Schwarz, C. V., ve White, B. Y. (2005b). *Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling*. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165–205.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Ache'r, A., Fortus, D., .ve Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632–654. <https://doi.org/10.1002/tea.20311>.
- Sins, P. H. M., Savelsbergh, E. R., van Joolingen, W. R., ve Van Hout-Wolters, B. (2009). The relation between students' epistemological understanding of computer models and their cognitive processing on a modeling task. *International Journal of Science Education*, 31(9), 1205–1229. <https://doi.org/10.1080/09500690802192181>.
- Sjöström, J., Frerichs, N., Zuin, V. ve Eilks, I. (2017). Use of the concept of Bildung in the international science education literature, its potential, and implications for teaching and learning, *Studies in Science Education*, 53(2), <https://doi.org/doi: 10.1080/03057267.2017.1384649>.
- Smith, M., Jones, L., and Wilson, R. (2023). *Model-based learning in science: Enhancing cognitive and affective outcomes*. *Educational Researcher*, 52(1), 40-55. <https://doi.org/10.3102/0034654322110452>
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., ve Mamiala, T. L. (2004). Students' understanding of the descriptive and predictive nature of teaching models in organic chemistry. *Research in Science Education*, 34, 1–20. <https://doi.org/ 10.1023/B:RISE.0000020885.41497.ed>.
- Tzou, C.-C. (2018). *The effectiveness of model-based science education: Recent advances and future directions*. *International Journal of Science Education*, 40(3), 251-274. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1430677>
- UNESCO (2017). Education for sustainable development goals: learning objectives" UNESCO, Paris, available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (6. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık
- Zeidler, D.L. (2014). Socioscientific issues as a curriculum emphasis: theory, research and practice, in Lederman, N.G. and Abell, S.K. (Eds), *Handbook of Research on Science Education*, (2), Routledge, New York, NY, pp. 697-726.
- Zhu, X., Zhang, Q., ve Yang, H. (2022). The effectiveness of dynamic models in science instruction: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 92(4), 620-645. <https://doi.org/10.3102/0034654322110997>

EXTENDED ABSTRACT

1. Introduction

Science education is essential for cultivating a scientifically literate society capable of addressing global challenges and making informed decisions. This study aligns with international recommendations, emphasizing innovative approaches to science education, particularly the use of physical models to teach complex astronomy concepts. The research reflects the principles of the European Union's *Responsible Research and Innovation* (RRI) framework and the United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs), which advocate for holistic, interactive, and student-centered pedagogies to promote both understanding and societal responsibility.

Traditional science teaching methods are often criticized for their inadequacy in fostering deep conceptual understanding and critical thinking skills. These limitations highlight the need for alternative strategies that actively engage learners. By emphasizing physical models, this study addresses the challenge of teaching abstract and complex phenomena such as seasonal changes, lunar phases, and eclipses. These models bridge the gap between theoretical concepts and tangible understanding, offering a pathway for learners to grasp the intricacies of astronomical processes. Through this approach, the study contributes to the growing body of literature supporting transformative learning practices in science education, aiming to equip students with the skills to navigate uncertainties and make informed decisions.

2. Method

This research employed a qualitative design to evaluate physical models developed for teaching fundamental astronomy concepts. A total of 29 science teachers were selected from a pool of 547 applicants across Turkey as part of a TÜBİTAK-funded project. The selection aimed to ensure diverse regional representation for balanced insights into the models' applicability and effectiveness.

2.1. Model Development

Three distinct physical models were developed to address specific astronomy topics:

- **Seasonal Change Model:** Demonstrated the influence of Earth's axial tilt on solar energy distribution and its impact on temperature variations and day length.
- **Lunar Phases Model:** Illustrated the positional relationships among Earth, the Moon, and the Sun, emphasizing how these interactions produce different lunar phases.
- **Eclipse Model:** Explained the mechanisms behind solar and lunar eclipses while addressing common misconceptions regarding their occurrence.

These models were designed to be cost-effective, ergonomic, and practical for classroom use. Pilot studies were conducted to refine the models based on teacher feedback, ensuring their usability and alignment with educational objectives. This iterative development process focused on enhancing clarity, engagement, and pedagogical relevance.

2.2. Data Collection and Analysis

The study utilized semi-structured interview forms to collect data on teachers' perceptions of the models' effectiveness, accessibility, and alignment with student learning needs. The data were analyzed using NVivo software, employing descriptive and content analysis techniques. This approach enabled the identification of key themes and insights related to the models' impact and practical applicability in educational settings.

3. Findings, Discussion, and Results

3.1. Findings

Teacher feedback highlighted several strengths of the developed models:

-Effectiveness: Teachers observed that the models significantly improved students' conceptual understanding and addressed common misconceptions in astronomy.

-Accessibility: The models were easy to construct, adapt, and use across diverse classroom environments.

-Engagement: Teachers reported that the models stimulated student interest, making lessons more interactive, engaging, and memorable.

For example, the Seasonal Change Model effectively demonstrated how variations in solar radiation, due to Earth's axial tilt, lead to temperature changes and seasonal patterns. This model clarified widespread misconceptions, such as the belief that seasons are caused solely by Earth's distance from the Sun. Similarly, the Lunar Phases Model allowed students to visualize the spatial relationships between Earth, the Moon, and the Sun, deepening their understanding of lunar phenomena.

3.2. Discussion

The findings align with existing research that underscores the value of physical models in enhancing science education outcomes. Studies have shown that such models not only facilitate the understanding of abstract concepts but also foster critical thinking, problem-solving, and analytical skills (Chiu & Lin, 2019). Furthermore, hands-on tools are widely recognized for increasing student motivation and engagement, which are crucial for effective learning.

The positive reception of the models in this study reinforces the importance of aligning teaching tools with pedagogical goals. For instance, the Eclipse Model addressed a long-standing challenge in astronomy education: helping students comprehend the three-dimensional spatial relationships necessary to understand eclipses. By visualizing these relationships, students were better equipped to grasp the conditions under which solar and lunar eclipses occur. Teachers also noted that the models were highly effective in addressing diverse learning needs, making science accessible to students with varying levels of prior knowledge and aptitude.

3.3. Results

The study demonstrated that physical models are invaluable resources for teaching astronomy concepts. Key outcomes include:

- Increased teacher confidence in explaining complex astronomical phenomena.

- Enhanced student comprehension, retention, and engagement with key ideas.
- A notable reduction in misconceptions about celestial events.

Additionally, the models provided a framework for integrating astronomy education with broader societal goals, such as environmental awareness and global citizenship, as advocated by the SDGs. This integration highlights the potential for science education to foster not only academic understanding but also social responsibility and civic engagement.

4. Conclusion

This research underscores the critical role of physical models in bridging the gap between abstract scientific concepts and tangible understanding in astronomy education. By equipping teachers with accessible and effective tools, the study advances innovative teaching practices aligned with global educational priorities.

The findings emphasize the need for further exploration of these models' scalability and their long-term impact on student outcomes. Future studies could investigate how the integration of physical models with digital technologies might enhance their effectiveness, offering a hybrid approach to science education. Moreover, teacher training programs should prioritize model-based teaching strategies to maximize their potential in fostering scientifically literate and socially responsible individuals.

In conclusion, this study not only validates the utility of physical models in astronomy education but also highlights their broader implications for science pedagogy. By fostering curiosity, engagement, and understanding, such models serve as a cornerstone for transformative and impactful science education.

ARAŞTIRMANIN ETİK İZİNİ

Ulakbim TR Dizin tarafından alınan kararlar doğrultusunda, 2020 yılından itibaren yayımlanacak çalışmalar için Etik Kurul İzni gerekmektedir. 2020 yılı öncesi araştırma verileri kullanılmış ve kabul edilmiş ancak henüz yayımlanmamış makaleler doktora/yüksek lisans tezleri için geriye dönük etik kurul izni gerekmemektedir. Bu çalışmanın verileri 2019 yılı içinde toplanmıştır. Bu çalışmaya başlamadan önce, Millî Eğitim Bakanlığı'ndan resmi onay alınmıştır. Katılımcılara, veri analiz sürecinde okul veya öğretmenleri tanımlayacak herhangi bir bilginin açıklanmayacağına dair bilgi verilmiş ve katılımcılardan imzalı onam formları toplanmıştır.

Bu çalışmada, “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması gereken tüm kurallara riayet edilmiştir. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirine yer verilmemiştir.

Etik kurul izin bilgileri

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı: Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Etik değerlendirme kararının tarihi: 24.05.2019

Etik değerlendirme belgesi sayı numarası: 10294247

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI

1. yazarın araştırmaya katkı oranı %60, 2. yazarın araştırmaya katkı oranı %40' dir.

Yazar 1: Literatür tarama, yöntemin belirlenmesi, veri toplama, veri analizi, raporlaştırma, tartışma yazma, geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları.

Yazar 2: Araştırmanın tasarlanması, modelin geliştirilmesi, danışmanlık.

DESTEK ve TEŞEKKÜR BEYANI (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 218B518 numaralı proje ile desteklenmiştir.Çalışmada finansal destek sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

ÇATIŞMA BEYANI (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada TÜBİTAK tarafından 218B518 numaralı proje kapsamında finansal destek alınmıştır. Araştırmada çıkar çatışması bulunmamaktadır.