

PAPER DETAILS

TITLE: Fen Lisesi 12. Sinif Fizik Ders Kitabinin Bilimsel İçerik Bakimindan Incelenmesi

AUTHORS: Osman TÜRK, Mustafa KARADAG

PAGES: 417-431

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2011273>

Fen Lisesi 12. Sınıf Fizik Ders Kitabının Bilimsel İçerik Bakımından İncelenmesi

Investigation of Science High School 12th Grade Physics Textbook in terms of Scientific Content

Osman Türk¹  Mustafa Karadağ² ¹MEB Özel Öğretim Kurumları, Ankara, Türkiye, osmanturk6161@gmail.com²Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara, Türkiye, karadagmustafa@gmail.com

Makale Bilgileri

Geliş Tarihi (Received Date)

05.10.2021

Kabul Tarihi (Accepted Date)

07.03.2022

*Sorumlu Yazar

Osman Türk

Ostim Mahallesi 1467.Cadde
Safircent Sitesi A Blok No:12
Yenimahalle / Ankaraosmanturk6161@gmail.com

Öz: Bu çalışmada, fen lisesi 12. sınıf fizik ders kitabı bilimsel içerik bakımından incelenmiştir. Çalışma kapsamında 12. sınıf fen lisesi fizik ders kitabında yer alan konuların bilimsel açıklamaları, ölçme-değerlendirme etkinlikleri ve görsel ifadeleri ulusal ve uluslararası literatürdeki kaynaklara göre karşılaştırılarak incelenmiştir. Yapılmış olan bu çalışmada doküman incelemesine dayalı tarama modeli kullanılmıştır. Çalışma kapsamında 12. sınıf Fen Lisesi fizik ders kitabında yer alan altı ünite ve 20 konu ulusal ve uluslararası literatürde fizik öğretiminde kullanılan 13 kaynaktaki bilgilere göre incelenmiş ve bilimsel yönden 25 tane hatalı veya eksik ifade tespit edilmiştir. Tespit edilen hatalı veya eksik ifadelerle bu ifadelerin bilimsel açıdan olması gereken doğru biçimleri tablolar halinde gösterilmiştir. Araştırmanın sonuçları doğrultusunda fizik ders kitaplarındaki hataların en aza indirilebilmesi için kitap yazım sürecinde ulusal ve uluslararası tüm kaynakların gözden geçirilmesi ve fizik ders kitaplarının incelendiği çalışmaların sayısının artırılması gerektiği önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fizik ders kitabı, ders kitabı inceleme, bilimsel içerik, fizik eğitimi

Abstract: In this study, Science High School 12th grade physics textbook is examined in terms of scientific content. For the purposes of the study, scientific explanations, measurement-evaluation activities and visual expressions of the subjects in the 12th grade Science High School physics textbook were compared according to the sources in national and international literature. In this study, survey model based on document analysis was used. Within the scope of the study, six units and 20 topics in the 12th grade Science High School physics textbook were examined according to the information in 13 sources used in physics teaching in the national and international literature, and 25 scientifically incorrect or missing statements were determined. The incorrect or incomplete expressions detected and the correct forms of these expressions that should be scientifically are shown in tables. In line with the results of the research, it has been suggested that in order to minimize the errors in physics textbooks, all national and international sources should be reviewed during the writing process and the number of studies examining physics textbooks should be increased.

Keywords: Physics textbook, textbook evaluation, scientific concept, physics education

Türk, O. ve Karadağ, M. (2022). Fen Lisesi 12. Sınıf fizik ders kitabının bilimsel içerik bakımından incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3),417-431. <https://doi.org/10.17556/erziefd.1005144>

Giriş

Bilgi çağı olarak adlandırılan yaşadığımız bu dönemde bilim ve teknoloji hızlı bir şekilde gelişmektedir. Bilim ve teknolojiye bu gelişmeler tarih boyunca toplumların sosyo-ekonomik yapılarında değişimlere neden olmuştur (Kayhan, Altun ve Gürol, 2019). Toplumlar, bu değişimlere ancak fen ve teknoloji eğitime verdikleri önem derecesinde ayak uydurabileceklerdir (Aydoğdu ve Kesercioğlu, 2005). Bu bağlamda etkili bir fen ve teknoloji öğrenimi, hem birey hem de yaşamış oldukları toplum açısından oldukça önemlidir. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından 2018 yılında yenilenerek uygulamaya konulan *Fen Lisesi Fizik Öğretim Programında* bireyin ulusal ve uluslararası düzeyde sahip olması gereken yeterlikler sekiz başlıkta ifade edilmiştir. Bunlardan bir tanesi olan bilim ve teknoloji alanındaki yeterlikte, “sorulara kanıta dayalı çözüm önerileri sunarak insanların istek ve ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilecek olan teknolojinin bilgi ve metodolojisine hâkim olmayı ön görmektedir” (MEB, 2018). Fizik öğretim programında yer alan bu yetkinlikleri ve kazanımları, öğrencilerle buluşturacak olan köprülerden biri de ders kitaplarıdır. Ders kitapları, öğretim programında yer alan konulara ait bilgileri planlı ve düzenli bir şekilde açıklayan, öğrenciyi hedef ve kazanımlar doğrultusunda yönlendiren dokümanlardır (Ayvacı ve Devecioğlu, 2013; Kavcar ve Erdem, 2017; Ünsal ve Güneş, 2004). Öğrenme ortamında en fazla kullanılan materyallerden birisi de ders kitaplarıdır. Bu nedenden dolayı öğretmenlerin ve öğrencilerin sıkça kullandığı ders kitapları,

öğretim programının hedeflerini tam olarak yansıtmalarının yanı sıra bilimsel açıdan da yeterli ve eksiksiz olmalıdır. Bununla birlikte, bilim ve teknolojiye yaşanan gelişmeler doğrultusunda ders kitaplarının güncellenmesi ve geliştirilmesi de gerekmektedir (Karadağ, Dülgeroğlu ve Ünsal, 2013). Ders kitaplarının güncellenmesi ve geliştirilmesi çalışmalarında mutlaka öğretmen ve öğrencilerin gereksinimleri ve öğrenme ortamını etkileyen faktörler dikkate alınmalıdır.

Fizik ders kitaplarının incelendiği alan yazını incelendiğinde sınıf düzeylerine göre ders kitaplarının öğretmen, öğretmen adayı ve öğrenci görüşlerine göre değerlendirildiği çalışmaların olduğu görülmektedir (Örneğin; Arslan, Tekbıyık ve Ercan, 2014; Ayvacı ve Devecioğlu, 2013; Demir, Maskan, Çevik ve Baran, 2009; Güzel ve Adıbelli, 2011; Güzel, Oral ve Yıldırım, 2009; Kanlı ve Yağbasan, 2004; Karadağ, Dülgeroğlu ve Ünsal, 2013; Kavcar, Çınar, Dönmez ve Şengören, 2012; Kavcar ve Erdem, 2017; Kavcar, Kabay ve Arıkan, 2012; Marulcu ve Doğan, 2010; Ünsal ve Güneş, 2004). Alan yazında yer alan bu çalışmalar, farklı sınıf düzeyindeki ders kitaplarının öğretmen, öğretmen adayı veya öğrenci anketlerine göre değerlendirildiği araştırmalara odaklanmaktadır. Ancak ilgili alan yazında, fizik ders kitaplarındaki içeriklerinin bilimsel yönden kapsamlı bir biçimde incelendiği çalışmalara rastlanmamıştır. Soong ve Yager (1993)’e göre okullarda kullanılan ders kitaplarının kalitesi fen öğrenimine verilen değeri de göstermektedir. Etkili bir fizik eğitimi için ders

kitaplarındaki açıklamaların ve görsel içeriklerin bilimsel yönden eksiksiz olması gerekir. Bu nedenle fizik ders kitaplarının ayrıntılı olarak incelendiği çalışmaların hem alan yazına katkı sağlayacağı hem de fizik ders kitaplarının kalitesini artıracığı düşünülmektedir.

Bunlara ilave olarak, fizik ders kitaplarında yer alan bilimsel açıklamalar ve görsel ifadeler, kavram yanlışlığı içermemelidir. Kavram yanlışlığı, bireyin zihninde oluşan ve bilimsellikten uzak olan yapılar olup bunların farklı oluşum nedenleri vardır (Güneş vd., 2021). Öğretmenlerin bilgi düzeyi, kullanılan öğretim yöntem ve teknikleri, olayların günlük hayatla yeterince ilişkilendirilememesi ve öğrenme ortamında kullanılan ders kitapları kavram yanlışlıklarının en önemli nedenleri arasındadır (Bozan ve Savaş, 2019; Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Öğrencinin kavram yanlışlığına sahip olması, öğrenme sürecini olumsuz etkileyebilmektedir. Çünkü herhangi bir konuda kavram yanlışlığına sahip öğrenci, o konuyla ilgili yeni kavram edinme sürecinde zorluk çıkarır ve edinilecek olan yeni kavramda gönülsüz olur (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003).

İnaç ve Tuksal (2019)'ın fizik eğitiminde öğrenme güçlüklerini tespit etmek için yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının %47,3'ü fizik ders kitaplarının açık ve anlaşılır bir dille yazılmadığını ve %52,7'sinin de fizik ders kitaplarının öğrenciler için yerli olmadığını ifade etmiştir. Bütün bu değerlendirmeler doğrultusunda fizik öğretiminde kullanılan ders kitaplarının sınıf, ünite ve konu düzeylerine göre ayrıntılı olarak incelenmesi gerekmektedir. Aynı zamanda kapsamlı olarak yapılan bu incelemeler, ders kitaplarıyla ilgili güncellenme çalışmalarına yol gösterici kaynak olacağı düşünülebilir.

Bu çalışmanın amacı, MEB ortaöğretim fen lisesi 12. sınıf fizik ders kitabının bilimsel içerik bakımından incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda, 12. sınıf fen lisesi fizik kitabında yer alan konuların bilimsel açıklamaları, ölçme-değerlendirme etkinlikleri ve görsel ifadeleri ulusal ve uluslararası kaynaklardaki referanslar ile karşılaştırılarak incelenmiştir. İncelemeler sonucunda fizik ders kitabında bilimsel açıdan hatalı veya eksik ifadeler tespit edilmiştir. Tespit edilen hatalı veya eksik ifadelerle bu ifadelerin literatürdeki kaynaklara göre doğru açıklamaları tablolar halinde karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Bu çalışma kapsamında aşağıdaki iki araştırma sorusuna cevap aranmıştır;

1. MEB ortaöğretim fen lisesi 12. sınıf fizik ders kitabındaki bilimsel açıklamalarda, ölçme-değerlendirme etkinliklerinde ve görsel açıklamalarda bilimsel yönden hatalı veya eksik ifade var mıdır?
2. Sarmal yapıda olan ortaöğretim fizik öğretim programına göre, 12. sınıf fen lisesi fizik ders kitabında tespit edilen hatalı veya eksik ifadeler, farklı sınıf düzeylerindeki fizik ders kitaplarında nasıl ifade edilmiştir?

Yöntem

Araştırmanın Modeli/ Deseni

MEB tarafından 2019 yılından itibaren fen liselerinde kullanılan 12. sınıf fizik ders kitabının içerik bakımından incelendiği bu çalışmada doküman incelemesine dayalı tarama modeli kullanılmıştır. Doküman incelemesi, araştırılması hedeflenen olgu veya olgular hakkında bilgi

içeren yazılı materyallerin analizini kapsar. Doküman incelemesi, genellikle tarihçiler ve dil bilimcilerin kullandığı bir yöntem olmakla birlikte, sosyologlar ve psikologlar da doküman incelemesi kullanarak önemli kuramların geliştirilmesine katkıda bulunmuşlardır. Araştırma konusuyla ilgili raporlar, kitaplar, arşiv dosyaları ve belgeler özgünlüğü kontrol edilerek sistematik bir şekilde analiz edilir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu kapsamda 12. sınıf fen lisesi fizik ders kitabı, bilimsel içerik ve görseller bakımından incelenmiştir.

Verilerin Toplanması ve İncelenen Dokümanlar

Çalışmanın birinci araştırma problemi kapsamında, Çifti, Ece, Bozkurt, Yaşar ve Nalbant (2017)'in hazırladığı ve 2019 yılından itibaren fen lisesi 12. sınıflarda kullanılan Ortaöğretim Fen Lisesi Fizik 12 Ders Kitabı'na çevrimiçi olarak MEB'in eğitim ve bilişim ağı olan EBA'nın internet sitesi üzerinden ulaşılmıştır. Çalışmanın amacı doğrultusunda fizik ders kitabında yer alan konulardaki bilimsel açıklamalar, ölçme-değerlendirme etkinlikleri ve görsel ifadeler incelenmiştir.

Çalışmanın ikinci araştırma problemi kapsamında, fizik öğretim programının sarmal yapısı dikkate alınarak 12. sınıf fizik ders kitabında tespit edilen bilimsel hata veya eksik ifadeler farklı sınıf düzeylerindeki fizik ders kitaplarındaki bilimsel açıklamalarla karşılaştırılmıştır. Hareket ve Kuvvet, Isı-Sıcaklık, Elektrostatik ve Modern Fizik ünitelerinde 9., 11. ve 12. sınıf öğretim programında ortak kavramlar bulunduğu tespit edilmiştir. Bu kavramlarla ilgili açıklamaların karşılaştırılabilmesi için, 2018 yılından itibaren fen lisesi fizik ders kitabı olarak kullanılan Aydın, Çelik, Yılmaz, Soyarslan, Erat ve Bozarslan (2018) tarafından hazırlanan Ortaöğretim Fen Lisesi Fizik 9 Ders Kitabı ve Yılmaz, Soyarslan, Erat ve Bozarslan (2018) tarafından hazırlanan Ortaöğretim Fen Lisesi Fizik 11 Ders Kitabı'nın elektronik versiyonuna EBA'nın internet sitesi üzerinden ulaşılmıştır.

Verilerin Analizi

Ortaöğretim Fen Lisesi Fizik 12 ders kitabında yer alan altı ünite ve yirmi konu, fizik eğitimi alanında uzman iki araştırmacı tarafından doküman incelemesi yöntemiyle incelenmiştir. Araştırma kapsamında incelenen üniteler Tablo 1'de ifade edilmiştir. Tablo 1'de yer alan konulardaki bilimsel açıklamalar, ölçme-değerlendirme etkinlikleri ve görsel ifadeler ulusal ve uluslararası literatürdeki kaynaklarca incelenerek değerlendirilmiştir. Veri analizinin ilk aşamasında, araştırmacılar 12. sınıf fen lisesi fizik ders kitabında bulunan konulardaki bilimsel açıklamaları, ölçme-değerlendirme etkinliklerini ve görsel ifadeleri bireysel olarak incelemiştir.

Tablo 1: 12.Sınıf Fen Lisesi Fizik ders kitabındaki konu ve üniteler

İncelenen Üniteler	
1	Çembersel Hareket
2	Basit Harmonik Hareket
3	Dalga Mekaniği
4	Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite
5	Modern Fizik
6	Modern Fizik'in Teknolojideki Uygulamaları

İnceleme sonucunda olası hatalı veya eksik olduğu tespit edilen ifadeler bireysel olarak tespit edilmiştir. İkinci

aşamasında, bu ifadeler tartışılarak kesin olarak hatalı veya eksik olanlar belirlenmiştir. Üçüncü aşamasında, tespit edilen problemleri ifadelerin literatürdeki kaynaklara göre bilimsel açıdan doğru açıklamaları belirlenmiştir. Dördüncü aşamada ise 12. sınıf fizik ders kitabındaki hatalı açıklamaların diğer sınıf düzeylerindeki fizik ders kitaplarıyla karşılaştırılması yapılmıştır. Bu doğrultuda 9. ve 11. sınıf fen lisesi fizik ders kitaplarındaki açıklamalar, 12. sınıf fizik ders kitabındaki ifadelerle karşılaştırılmıştır. Veri analizinin en son kısmında ise elde edilen bulgular tablolar haline getirilmiştir.

Çalışmanın iç geçerliğini artırmak amacıyla incelenen fen lisesi 12. sınıf fizik ders kitabındaki eksik veya hatalı bilimsel açıklamalar Tablo 2’de yer alan ulusal ve uluslararası literatürdeki fizik ve fizik öğretiminde kullanılan kaynaklara göre değerlendirilmiştir.

Tablolarda tespit edilen herhangi bir hatalı veya eksik bilimsel ifade için bir kaynaktan alıntı sunulmuştur. Ancak bazı ifadelerde inanırlığı artırmak amacıyla birden fazla kaynaktan alıntı sunulmuştur. Çalışmanın dış geçerliğini artırmak amacıyla, tespit edilen bilimsel yönden hatalı veya eksik ifadeler incelenen fizik ders kitabından değiştirilmeden alınarak bulgulardaki tablolarda ifade edilmiştir.

Tablo 2: Referans olarak kullanılan uluslararası kaynaklar

1	Serway & Beichner (2000a).
2	Serway & Beichner (2000b).
3	Serway & Beichner (2000c).
4	Giancoli (2016).
5	Hewitt (2015).
6	Serway & Jewett (2019).
7	Halliday, Resnick & Walker (2014).
8	Zemansky & Sears (2014).
9	Taylor, Zafiratos & Dubson (2008).
10	Güneş, Ateş, Eryılmaz, Yürük, Özdemir, Kanlı, Serin, Gülçiçek, Üstün, Aygün, Toroslu-Çekiç & Damlı (2021).
11	Knight (2013).
12	Martin (2013).
13	Beiser (2008).

Bulgular

Çalışmanın bulguları iki bölümde ele alınmıştır. Birinci bölümde araştırma kapsamında incelenen fen lisesi 12. sınıf fizik ders kitabında tespit edilen bilimsel açıdan hatalı veya eksik ifadeler ve bu ifadelerin ulusal ve uluslararası literatürdeki kaynaklara göre değerlendirmeleri yer almaktadır. İkinci bölümde ise fizik öğretim programının sarmal yapısı doğrultusunda, tespit edilen bilimsel hatalı veya eksik ifadeler 9. ve 11. sınıf fen lisesi fizik ders kitaplarındaki ifadelerle karşılaştırılması yer almaktadır.

12.Sınıf Fen Lisesi Fizik Ders Kitabında Tespit Edilen Bilimsel Eksik veya Hatalı İfadeler

Çalışmanın amacı doğrultusunda fizik ders kitabındaki altı üniteye yer alan bilimsel açıklamalar, ölçme-değerlendirme etkinlikleri ve görsel ifadeler incelenmiştir. Çembersel Hareket, Dalga Mekaniği, Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite, Modern Fizik ünitelerinde toplam yirmi beş ifade bilimsel yönden hatalı veya eksik olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulguların verildiği tablolarda; tespit edilen hatalı veya eksik ifadeler, bu ifadelerin kod numaraları, bilimsel açıdan doğru ifadeler ve bu ifadelerin alıntulandığı kaynak numaraları verilmiştir.

Çembersel Hareket ünitesinde tespit edilen bilimsel olarak hatalı veya eksik ifadeler Tablo 3’de ifade edilmiştir.

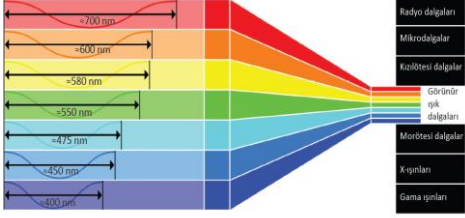
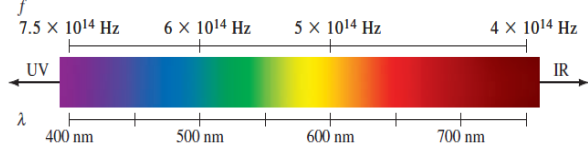
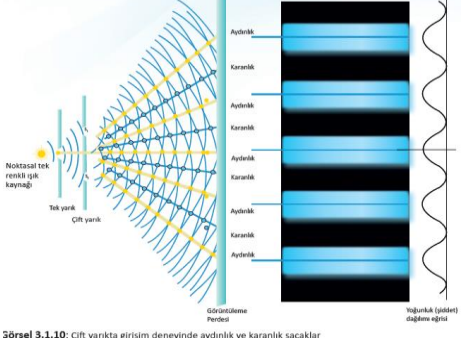
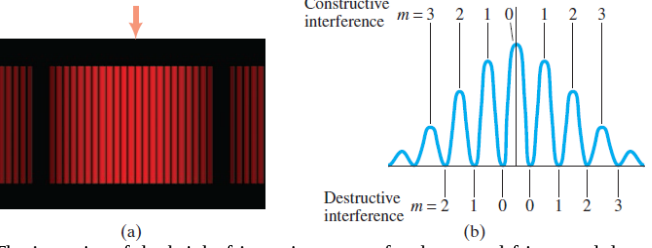
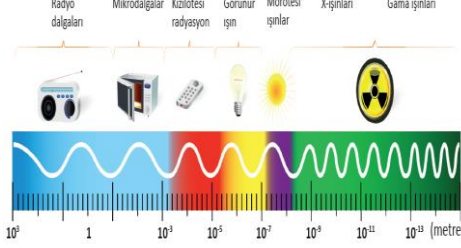
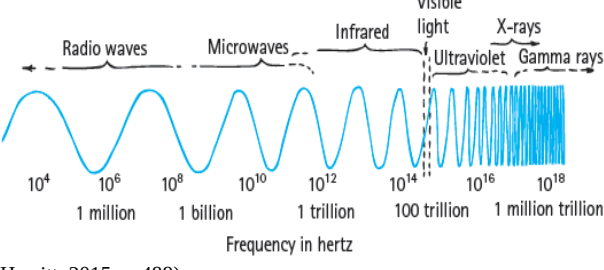
Tablo 3 incelendiğinde, çembersel hareket ünitesinde yedi farklı hatalı veya eksik bilimsel açıklama tespit edildiği görülmektedir. Bunlardan dört tanesi (A1, A2, A3 ve A4) çembersel hareket konusunda hız ve sürat kavramlarının yanlış veya birbirinin yerine kullanılmasıyla ilgilidir. A1 ve A2’de, *birim zamanda alınan yol, hız* olarak tanımlanmışken bu ifadenin değerlendirildiği birinci, dördüncü ve beşinci kaynaklarda düzgün çembersel hareket konusunda hız ve çizgisel hız kavramı yerine *sürat* veya İngilizce karşılığı olan *speed* kelimesinin kullanıldığı görülmektedir. Benzer şekilde A3’de, düzgün çembersel hareket konusunda *açısal hız* ifadesi kullanılırken bu ifadenin değerlendirildiği beşinci kaynaktan *rotational speed* veya *angular speed* kavramı kullanılmaktadır. A4’te, araç göstergeleri ve yol kenarındaki uyarıcı levhalar için *hız* kavramı kullanıldığı görülmektedir. Bu ifadenin değerlendirildiği beşinci kaynağa göre bu örnekler için *hız* yerine *sürat* kavramı kullanıldığı görülebilir. A5 ifadesinin ise bilimsel yönden eksik olduğu tespit edilmiştir. İp üzerinde yürüyen ip cambazlarının dengede kalabilmesi için uzun bir çubuk taşıdıkları ve bu çubuk sayesinde eylemsizlik momentinin artırıldığı ifade edilmiştir. Bu ifadenin incelendiği dördüncü kaynaktan ise bu olay açıklanırken fizik ders kitabına ek olarak, olası bir denge kaybı durumunda uzun çubuğun ip cambazının açısal ivmesini azaltacağını ve bozulan dengesini tekrar sağlamak için daha uzun bir zaman sağlayacağı belirtilmektedir. A6’da, *çizgisel momentumun torkunun açısal momentum olduğu* ifadesi bilimsel yönden hatalı olarak değerlendirilmiştir. Birinci kaynaktan *tork* ve *kuvvet* kavramlarının birbirine karıştırılmaması gerektiği ve bu iki kavramın bir birinden farklı olduğu belirtilmiştir. A7’de *dört temel kuvvet içerisinde kütle çekim kuvvetinin menzilin en büyük olduğu* ifadesi bilimsel yönden hatalı olarak değerlendirilmiştir. Bu ifadenin değerlendirildiği üçüncü kaynaktan elektromanyetik kuvvetinin etkisinin de uzaklığın karesi ile azaldığı ifade edilmiştir.

Tablo 3: Çembersel hareket ünitesinde tespit edilen bilimsel olarak eksik veya hatalı ifadeler

Kod	Bilimsel Olarak Eksik veya Hatalı İfade	Bilimsel Olarak Doğru İfade
A1	Cisim, çembersel hareketini büyüklik olarak sabit bir hızla yapıyorsa (eşit zaman aralığında eşit yol alıyorsa) bu harekete düzgün çembersel hareket denir (s. 20)	An object that moves in a circle at constant speed v is said to experience uniform circular motion (Giancoli, 2016, s. 110). (Bir daire içinde sabit v süratıyla hareket eden bir cismin düzgün dairesel hareket yaptığı söylenir). Sabit v süratı ile dairesel yolda hareket eden bir araç düzgün dairesel hareket yapar (Serway & Beichner, 2000a, s. 91). Linear speed, which we simply called speed in earlier chapters, is the distance traveled per unit of time (Hewitt, 2015, s. 133). (Daha önceki bölümlerde basitçe sürat olarak adlandırdığımız çizgisel sürat, birim zamanda kat edilen mesafedir).
A2	Düzgün çembersel hareket yapan bir cismin çember yörüngesinde birim zamanda çember yayı üzerinde katettiği yay uzunluğuna çizgisel hız denir. (s. 21)	An object revolving in a circle (of circumference $2\pi r$) at constant speed v travels a distance in 2π one revolution which takes a time T (Giancoli, 2016, s. 111). (Bir daire içinde (çevresi $2\pi r$ olan) sabit v süratıyla dönen bir cisim, bir dönüşte $2\pi r$ mesafe kat eder ve bu da T zamanını alır). Linear speed is greater on the outer edge of a rotating object than it is closer to the axis. The linear speed of something moving along a circular path can be called tangential speed because the direction of motion is tangent to the circumference of the circle. For circular motion, we can use the terms linear speed and tangential speed interchangeably (Hewitt, 2015, s. 131). (Çizgisel sürat, dönen bir nesnenin dış kenarında eksene daha yakın olduğundan daha fazladır. Dairesel bir yol boyunca hareket eden bir şeyin çizgisel süratı, hareket yönü dairenin çevresine teğet olduğu için teğetsel sürat olarak adlandırılabilir. Dairesel hareket için çizgisel sürat ve teğetsel sürat terimlerini birbirinin yerine kullanabiliriz).
A3	Bir cismin, çembersel yörüngede birim zamandaki taradığı açının radyan cinsinden değerine açısal hız denir (s. 36).	Rotational speed (sometimes called angular speed) is the number of rotations or revolutions per unit of time. All parts of the rigid merry-go-round and turntable turn about the axis of rotation in the same amount of time. Thus, all parts share the same rate of rotation, or the same number of rotations or revolutions per unit of time. It is common to express rotational rates in revolutions per minute (Hewitt, 2015, s. 131). (Dönme süratı (bazen açısal sürat olarak da adlandırılır), birim zamandaki dönüş veya devir sayısıdır. Rijit atlıkarınca ve döner tablanın tüm parçaları aynı sürede dönme eksenini etrafında döner. Bu nedenle, tüm parçalar aynı dönüş süratı veya birim zamanda aynı sayıda dönüş veya devri paylaşır. Dakikadaki devir cinsinden dönme oranlarını ifade etmek yaygındır).
A4	Trafikte, virajlı yollara yaklaşıldığında trafik uyarı levhalarına rastlanır... bir kısmında ise hız limiti sınırı sayı olarak gösterilir veya her iki trafik levhası bir arada kullanılabilir. Trafik kazalarının önüne geçmek için trafik uyarı levhalarına dikkat etmek ve virajlarda emniyetli dönüş için hız sınırına uymak gerekir. Viraj girişlerine konulan hız levhası , araçların emniyetli şekilde virajı dönebilmesi için en yüksek hız değerini gösterir (s. 36).	You can tell the speed of the car at any instant by looking at its speedometer. The speed at any instant is the instantaneous speed (Hewitt, 2015, s. 41). (Sürat göstergesine bakarak arabanın süratini her an anlayabilirsiniz. Herhangi bir andaki sürat, anlık sürattir). A speedometer gives readings in both miles per hour and kilometers per hour (Hewitt, 2015, s.41). (Bir sürat göstergesi, hem saatteki mil hem de saatteki kilometre cinsinden bilgi verir).
A5	İp cambazları, eylemsizlik momentini artırıp dengede kalabilmek için ip üzerinde yürürken uzun bir çubuk taşırlar (s. 46).	The long beam increases the rotational inertia of the walker. If the walker gets off-center from the tightrope, gravity will exert a torque on the walker causing the walker to rotate with their feet as a pivot point. With a larger rotational inertia, the angular acceleration caused by that gravitational torque will be smaller, and the walker will therefore have more time to compensate. The long size of the beam allows the walker to make relatively small shifts in their center of mass to bring them back to being centered on the tightrope. It is much easier for the walker to move a long, narrow object with the precision needed for small adjustments than a short, heavy object like a barbell (Giancoli, 2016, s. 218). (Uzun çubuk, ip cambazlarının dönme eylemsizliğini artırır. İp cambazları ipin merkezinden saparsa, yerçekimi ip cambazının üzerine bir tork uygulayarak onun dönme noktası olan ayaklarının dönmesine neden olur. Daha büyük bir dönme eylemsizliğiyle, bu yerçekimi torkunun neden olduğu açısal ivmelenme daha küçük olacak ve bu nedenle, ip cambazı bunu telafi etmek için daha fazla zamana sahip olacaktır. Çubuğun uzun boyutu, ip cambazlarının kütle merkezlerinde görece küçük kaymalar yaparak onları ipte ortalanmaya geri getirmesine olanak tanır. İp cambazları için uzun, dar bir nesneyi küçük ayarlamalar için gereken hassasiyetle hareket ettirmek, halter gibi kısa, ağır bir nesneye göre çok daha kolaydır).
A6	Açısal momentum, çizgisel momentumun torku olarak da tanımlanabilir (s. 56).	Tork kuvvetle karıştırılmaması gerekir. Kuvvetler Newton'un ikinci yasasında açıklandığı gibi doğrusal bir harekette değişime neden olur. Kuvvetler dönme hareketinde bir değişime neden olur. Fakat bu değişimlerde kuvvetlerin etkinliği hem kuvvete hem de kuvvetin moment koluna bağlıdır. Torku bunların bileşimi oluşturur. Fakat bunlar birbirinden farklı kavramlardır ve karıştırılmamalıdır (Serway & Beichner, 2000a, s. 307).
A7	4 temel kuvvet içerisinde kütle çekim kuvveti en zayıf olanıdır. Ancak hemen belirtmek gerekir ki menzil olarak da en uzun menzilli kuvvet, kütle çekim kuvvetidir (s. 72).	Atom ve molekülleri bir arada tutarak bildiğimiz maddeyi oluşturan elektromanyetik kuvvet çekirdek kuvvetinin yaklaşık 10^{-2} katıdır. Büyüklüğü etkileyen parçacıklar arasındaki uzaklığın karesinin tersi ile azalan uzun menzilli kuvvettir...Son olarak kütle çekim kuvveti büyüklüğü çekirdek kuvvetinin yaklaşık 10^{-39} katı olan uzun menzilli bir kuvvettir (Serway & Beichner, 2000c, s. 1512).

Yapılan incelemeler sonucu Basit Harmonik Hareket ünitesinde bilimsel yönden hatalı veya eksik herhangi bir ifadeye rastlanmamıştır. Dalga Mekaniği ünitesinde tespit edilen hatalı veya eksik ifadeler Tablo 4'te ifade edilmiştir.

Tablo 4: Dalga mekaniği ünitesinde tespit edilen bilimsel olarak eksik veya hatalı ifadeler

Kod	Bilimsel Olarak Eksik veya Hatalı İfade	Bilimsel Olarak Doğru İfade
B1	Örneğin polis radarı elektromanyetik dalgaların Doppler etkisinden yararlanarak çalışır. Bu cihazlar, kendisine doğru gelmekte olan araca iki farklı zamanda iki farklı sinyal göndermektedir. İlk gönderilen sinyalin geri dönüş hızı ile ikinci gönderilen sinyalin geri dönüş hızı arasındaki fark, detektörlerden geçer ve yaklaşık %10 sapmayla <i>ortalama hız</i> bulunur (s. 160).	Sürat ve hız birbirinden farklı kavramlardır. Sürat skaler bir büyüklükken hız vektörel bir büyüklüktür...Bir hareketlinin hızının büyüklüğü ile süratinin birbirine eşit olduğu durumlar olabileceği gibi hızının büyüklüğünün süratten daha küçük olduğu durumlar olabilir. Fakat bir hareketlinin hızının büyüklüğü ile süratinin eşit olması bu iki kavramın aynı kavramlar olduğu anlamına gelmez. Çünkü sürat alınan yolla orantılıdır. Hız ise yer değiştirme ile orantılıdır (Güneş vd., 2021, s. 25). The beats between the signal that is sent and the one that is reflected are used to determine the speed of a car (Hewitt, 2015, s.387). (Gönderilen sinyal ile yansıyan sinyal arasındaki fark bir arabanın süratini belirlemek için kullanılır).
B2	 Görsel 3.2.6: Görünür ışık spektrumunda renklerin yaklaşık değerleri (s.160).	 (Giancoli, 2016, s. 685).
B3	Gama ışınları, elektromanyetik dalgalar içinde <i>en kısa dalga boyuna ve en yüksek enerjiye</i> sahip ışınlardır (s. 168).	X-rays have wavelengths in the range from approximately 10^{-8} m to 10^{-12} m. Gamma rays have wavelengths ranging from approximately 10^{-10} m to less than 10^{-14} m (Serway & Jewett, 2019, s. 1046) (X ışınlarının dalga boyları yaklaşık 10^{-8} m ile 10^{-12} m aralığındadır. Gama ışınlarının dalga boyları yaklaşık 10^{-10} m ile 10^{-14} m arasında değişir). Dalgaboyları 0,01 ile 10 nm civarına kadar olan elektromanyetik ışınlarda x-ışınları kategorisine girer. Bu kategorinin sınırları keskin değildir: Kısa dalgaboyu ucu gama ışınları ile uzun dalgaboyu ise morötesi ışıqla karışır (Beiser, 2008, s. 70).
B4	 Görsel 3.1.10: Çift yarıklı girişim deneyinde aydınlık ve karanlık saçaklar (s. 145)	 The intensity of the bright fringes is greatest for the central fringe and decreases for higher orders. How much the intensity decreases with increasing order depends on the width of the two slits (Giancoli, 2016, s. 684). (Parlak saçakların yoğunluğu merkezi saçak için en büyüktür ve daha yüksek dereceler için azalır. Artan düzende yoğunluğun ne kadar azaldığı, iki yarığın genişliğine bağlıdır).
B5	 (s. 165)	 (Hewitt, 2015, s. 489).
B6	Aşağıda verilen cihazlardan kaç tanesinde elektromanyetik dalgalar kullanılmamaktadır? I. CD çalar II. Radar cihazı III. Cep telefonları IV. Telsiz V. MR cihazı A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5 (s. 173).	Bir kompakt diskte ses bilgileri disk yüzeyinde bir seri ve çukur alanlarda depolanır. Bilgiler lazer ve mercek sistemiyle bu bilgiler tekrar sese dönüştürülür. Bu bilgiler sıfır ve bir rakamlarıyla ve bunların sayıları disk üzerinde her yerde aynıdır (Serway & Beichner, 2000a, s. 298).
B7	Elektromanyetik ışıma, elektrik ve manyetik alanların birbirini oluşturacak biçimde ışık hızı ile uzaya yayılmasıdır (s. 164).	Electromagnetic waves traveling through free space never change speed. Why this is so involves electromagnetic induction and energy conservation (Hewitt, 2015, s.488). (Uzayda ilerleyen elektromanyetik dalgaların asla sürati değişmez. Bunun nedeni elektromanyetik indüksiyon ve enerji korunumdur.) All electromagnetic waves travel in a vacuum with the same speed, a speed that we now call the speed of light (Knight, 2013, s. 1016). (Tüm elektromanyetik dalgalar, ışık sürati dediğimiz aynı süratle bir boşlukta yayılır.)

Tablo 5: Atom fiziğine giriş ve radyoaktivite ünitesinde tespit edilen bilimsel yönden eksik veya hatalı ifadeler

Kod	Bilimsel Olarak Eksik veya Hatalı İfade	Bilimsel Olarak Doğru İfade
C1	...Radyoaktif bir kaynaktan çıkan pozitif yüklü alfa ışınları çok ince altın levha üzerine gönderilmiştir. Işınlardan büyük bir kısmının altın levhadan geçtiği görülmüştür. Çok az ışının çeşitli açılarla saptığı bazı ışınların da aynı doğrultuda geri döndükleri gözlenmiştir (s. 182).	When a nucleus undergoes alpha decay, it transforms to a different nuclide by emitting an alpha particle (a helium nucleus, ${}^4\text{He}$) (Halliday, Resnick & Walker, 2014, s. 1117) (Bir çekirdek alfa bozunmasına uğradığında, bir alfa parçacığı (Helyum çekirdeği, ${}^4\text{He}$) yayımlayarak farklı bir çekirdeğe dönüşür).
C2	Euquen Goldstein (Yuken Goldshtayın), Crooks tüpleri ile yaptığı çalışmalarda katot ışınlarının tersi yönünde anottan katoda doğru pozitif yüklü ışınların varlığını tespit etti. Işınlardan artı yüklerden oluştuğunu buldu. Bu ışınların keşfi ve Ernest Rutherford'un çalışmaları sonucu bu artı yüklü parçacıklara proton adı verildi (s. 180)	Rutherford ile çalışan Geiger ve Marsden radyoaktif bir maddeden yayınlanan alfa parçacıklarını bir atom üzerine göndermişlerdir. Alfa parçacıklarının büyük bir kısmı ince altın yapraklar içerisinde boşluklar varmış gibi hiçbir sapmaya uğramadan geçiş yapmıştır. Fakat bir kısmı altın yaprağın atomları ile çarpışıp saçılmaya uğramıştır (Martin, 2013, s. 55).
C3	Nötronların yüksüz parçacıklar olmalarına rağmen manyetik alandan etkilenmesi, nötronların başka parçacıkların birleşmesinden oluşabileceği fikrini doğurmuştur (s. 206).	When a very high voltage was applied to the electrodes, a dark space seemed to extend outward from the cathode (negative electrode) toward the opposite end of the tube; and that far end of the tube would glow... It seemed as though something being emitted by the cathode traveled across to the opposite end of the tube. These "somethings" were named cathode rays. There was much discussion at the time about what these rays might be... Some scientists thought they might resemble light. But the observation that the bright spot at the end of the tube could be deflected to one side by an electric or magnetic field suggested that cathode rays were charged particles; and the direction of the deflection was consistent with a negative charge (Giancoli, 2016, s. 772). (Elektrotlara çok yüksek bir voltaj uygulandığında, katottan (negatif elektrot) dışarı doğru tüpün karşı ucuna doğru karanlık bir boşluk uzanıyor gibiydi; ve tüpün uzak ucu parlardı... Katot tarafından yayılan bir şey tüpün karşı ucuna doğru ilerliyormuş gibi görünüyordu. Bu "şeylere" katot ışınları adı verildi. Bu ışınların ne olabileceği o zamanlar çok tartışılmıştı... Bazı bilim adamları ışığa benzeyebileceklerini düşündüler. Ancak tüpün ucundaki parlak noktanın bir elektrik veya manyetik alan tarafından bir tarafa saptırılabilceği gözlemlendi, katot ışınlarının yüklü parçacıklar olduğunu düşündürdü; ve sapmanın yönü, negatif bir yük ile uyumluydu).
C4	Güçlü nükleer kuvvet: Görevi nötron ve protonları çekirdeğe bağlamaktır (s. 211).	Tüm baryonlar (proton, nötron ve yakın akrabaları) üç kuarkın bağlı durumları olurlar. Her kuarkın baryon sayısı $B=1/3$ olduğundan baryonların her birinde $B=1$ olur. İki kuark ve bir d-kuark en düşük enerjili durumu proton, bir u-kuark ve iki d-kuarkın da en düşük enerjili durumu nötrondur. $u\text{-kuark}=2e/3$ $d\text{-kuark}=-e/3$ Nötron $=(\text{udd})$ $q_n=(2/3-1/3-1/3)e=0$ (s. 420). Rutherford yük ve kütle konusunu çözmek için yıllar önce "nötr" bir parçacığın varlığını ileri sürmüş ancak varlığını ispatlayamamıştır. 1932 yılında nötronun keşfi çekirdek fiziğinde birden çok bakış açısını bir araya getirmiştir (Martin, 2013, s. 73). Hidrojen haricinde diğer bütün elementlerin çekirdekleri protonlardan başka nötronlar da içerir. Adından da anlaşılacağı üzere nötron nötr olup kütle protonunkinden biraz daha fazladır (Beiser, 2008, s. 390).
C5	Elektromanyetik kuvvet: Etki mesafesi uzun bir kuvvettir . Kütle çekim kuvveti: Etki mesafesi uzun bir kuvvettir (s. 211).	Çekirdekte nötron ve protonları sıkı bir şekilde bir arada bulunmaları şaşırtıcı gelebilir. Çünkü aynı cins yükler kısa mesafede birbirine çok büyük itici elektrostatik kuvvet uygular. Bu kuvvetler yüzünden çekirdeğin dağılması beklenir. Bunun nedeni çekirdek kuvveti olarak adlandırılan başka bir kuvvetin var oluşudur. Bu kuvvet çok kısa menzilli ve çok çekici bir kuvvettir. Çekirdekteki tüm parçacılara etki eder. Çekirdek kuvveti vasıtasıyla protonlar birbirini çekerler aynı zamanda Coulomb kuvvetiyle birbirini iterler. Çekirdek kuvveti nötronlar arasında ve nötronlarla protonlar arasında da etkilidir (Serway & Beichner, 2000c, s. 1441).
C6	Elektromanyetik kuvvet: Etki mesafesi uzun bir kuvvettir . Kütle çekim kuvveti: Etki mesafesi uzun bir kuvvettir (s. 211).	Elektromanyetik kuvvet ve kütle çekim kuvvetinin menzili sonsuzdur (Serway & Beichner, 2000c, s. 1513).
C7	Atom çekirdeğindeki nükleonları bir arada tutan güçlü nükleer kuvvet, protonların birbirini itmesine sebep olan elektrostatik kuvvetten büyükse nükleonlar bir arada bulunmaya devam eder ve çekirdek kararlı yapısını muhafaza eder (s. 216).	Elektrostatik ve gravitasyon kuvvetleri çekirdeği bir arada tutamayacağına göre nükleonlar arasında yeni bir kuvvet olmalıdır. Buna çekirdek kuvveti denir. Çekirdek kuvveti elektrostatik kuvvetten daha kuvvetli olmalıdır, çünkü protonların elektrostatik itme kuvvetini fazlasıyla yenmesi gerekir. Bu nedenle çekirdek kuvvetine kuvvetli etkileşme denir (Taylor, Zafiratos & Dubson, 2008, s. 349).
C8	Çekirdeğin boyutları büyüyüp element ağırlaştıkça proton ve nötronları bir arada tutmak zorlaşır. Bunun sebebi, elektriksel kuvvetlerin güçlü çekirdek kuvvetine oranla daha uzun menzilli olmasıdır. Böylece çekirdek büyükse elektriksel itme kuvveti, çekirdeği kararsızlığa doğru götürür (s. 216).	Nuclear force has short range, of the order of nuclear dimensions that is, 10^{-15} m. (Otherwise, the nucleus would grow by pulling in additional protons and neutrons.) But within its range, the nuclear force is much stronger than electric forces; otherwise, the nucleus could never be stable (Zemansky & Sears, 2014, s. 1447). (Nükleer kuvvetin menzili, nükleer boyutları mertebesinde, yani 10^{-15} m'dir. (Aksi takdirde, çekirdek, ilave proton ve nötronları çekerek büyüyecektir.) Fakat kendi menzili içinde, nükleer kuvvet elektrik kuvvetlerinden çok daha güçlüdür; aksi takdirde, çekirdek asla kararlı olamaz).
C9	İyonlaştırıcı radyasyon, sahip olduğu yüksek enerjiden dolayı önemli molekül yapılarındaki elektronları iyonlaştırarak biyolojik organizmaları olumsuz yönde etkileyen bir radyasyon türüdür. X-ışınları, γ ışınları ile α ve β parçacıkları tarafından meydana getirilir (s. 224).	When we speak of radiation, we include α , β , γ and X-rays, as well as protons, neutrons, and other particles such as pions. Because charged particles can ionize the atoms or molecules of any material they pass through, they are referred to as ionizing radiation (Giancoli, 2016, s. 898). (Radyasyondan bahsettiğimizde α , β , γ ve X-ışınlarının yanı sıra protonları, nötronları ve pionlar gibi diğer parçacıkları da dahil ederiz. Yüklü parçacıklar, içinden geçtikleri herhangi bir maddenin atomlarını veya moleküllerini iyonize edebildikleri için iyonlaştırıcı radyasyon olarak adlandırılırlar).

Tablo 4 incelendiğinde, Dalga Mekaniği ünitesinde bilimsel yönden hatalı veya eksik olarak değerlendirilen yedi farklı ifade tespit edildiği görülmektedir. Bunlardan üçünün (B2, B4 ve B5) üniteindeki görsel ifadelerdeki eksikler olduğu görülmektedir. B1 ifadesinde polis radarının elektromanyetik dalgalarla *hızının* nasıl tespit edildiği anlatılmaktadır. Bu ifadenin değerlendirildiği onuncu kaynaktaki bir aracın *hızı* ile

süratinin bir birinden farklı kavramlar olduğunu, bu iki kavramın sayısal değerlerinin eşit olması aynı kavramlar olması anlamına gelmeyeceğini ifade edilmiştir. Bu nedenle B1 ifadesinde; *polis radarı aracın süratini tespit eder* ifadesinin kullanılması gerektiği değerlendirilmiştir. B2'deki görselde, elektromanyetik spektrumda görünür bölgedeki ışığın renkleri gösteriminde, ışık renklerinin keskin bir

şekilde bir birinden ayrılması ve renklerin arasında beyaz şeritler olması hatalı olarak değerlendirilmiştir. Bu görselin değerlendirildiği dördüncü kaynaktan, görünür bölgedeki ışığın renkleri arasında geçişin olması gereken şekli ifade edilmiştir. B3'te ise *gama ışınlarının en düşük dalga boyu ve en yüksek enerjiye sahip olmaları* bilimsel yönden hatalı olarak değerlendirilmiştir. Altı ve on üçüncü kaynaklara göre, x-ışınları ile gama ışınları kesin çizgilerle bir birinden ayrılamayacağı ve elektromanyetik spektrumda x-ışınlarının kısa dalga boylarının gama ışınları ile iç içe olduğu belirtilmiştir. Bu açıklama doğrultusunda x-ışınlarının dalga boyu gama ışınlarından büyük olabileceği gibi x-ışınlarının enerjisi gama ışınlarından büyük olabilmektedir. Bu nedenle B3 ifadesi hatalı olarak değerlendirilmiştir. B4'te ışığın çift yarıktan girişim olayının modellendiği şekilde, ışık yoğunluğu (şiddeti) dağılım eğrisinin her yerde aynı olması bilimsel yönden hatalı olarak değerlendirilmiştir. Dördüncü kaynağa göre; çift yarıktan girişim deseninde, ışık şiddetinin merkezde en fazla olduğu ve merkezden itibaren iki tarafa doğru şiddetin azaldığı görülmektedir. B5'teki görselde elektromanyetik spektrumda, elektromanyetik dalgalar arasındaki geçişlerin keskin bir şekilde belirtilmesi ve elektromanyetik dalgaların renklerle ifade edilmesi bilimsel yönden hatalı olarak değerlendirilmiştir. Beşinci kaynağa göre, elektromanyetik dalgalar arasında keskin geçişler olmadığı görülmektedir. B6'daki ünite değerlendirme sorusunda, beş farklı cihaz verilerek bunlardan hangisinin elektromanyetik dalgalarla ilişkisinin olmadığı sorulmuştur. Sorunun cevabında ise CD çalarların elektromanyetik dalgalarla ilişkisinin olmadığı ifade edilmiştir. Bu ifadenin değerlendirildiği birinci kaynaktan CD çalarların lazer ve mercek sistemi kullanarak depolanan bilginin sese dönüşümünü anlatılmıştır. Bu nedenle CD çalarda elektromanyetik dalgalar kullanıldığı sonucuna varılabilir. B7'de kullanılan, *ışık hızı* ifadesi bilimsel yönden hatalı olarak değerlendirilmiştir. Uluslararası literatürde kullanılan beşinci kaynaktan ışık hızı kavramının yerine ışığın sürati kavramının İngilizce karşılığı olan *speed of light* kelimesinin kullanıldığı görülmektedir.

Atom Fiziğine Giriş ve Radyoaktivite ünitesinde tespit edilen hatalı veya eksik ifadeler Tablo 5'te ifade edilmiştir.

Tablo 5'e göre, Atom Fiziğine Giriş ve Radyoaktivite ünitesinde bilimsel yönden hatalı veya eksik olarak değerlendirilen sekiz farklı ifadenin yer aldığı görülmektedir. C1'de Rutherford atom modeliyle ilgili açıklamalarda *alfa ışınları* ifadesi bilimsel yönden hatalı olarak değerlendirilmiştir. Bu ifadenin değerlendirildiği yedi ve on ikinci kaynaklarda *alfa ışınları* yerine *alfa parçacıkları* kavramı kullanıldığı görülmektedir. C2'de crooks tüpündeki ışınların artı yüklerden oluştuğunun ifade edilmesi bilimsel açıdan hatalı olarak değerlendirilmiştir. Dördüncü kaynaktan, "bilim adamları crooks tüpündeki bu parıldamaları başlangıçta ışın olarak değerlendirirse de, bu parıldamaların elektrik ve manyetik alandan etkilenmesinden dolayı bir parçacık olması gerektiği" belirtilmiştir. C3'te ise nötronların yüksüz parçacıklar olarak ifade edilmesi bilimsel yönden hatalı olarak değerlendirilmiştir. Dokuz numaralı kaynaktan nötronların kuarklardan oluştuğu ve nötrondaki kuarkların elektrik yüklerinin toplamının sıfır olduğu yani nötr bir parçacık olduğu ve on iki ve on üç numaralı kaynaklarda da nötronun nötr bir parçacık olduğu ifade edilmiştir. C4'te güçlü nükleer kuvvetin tanımı bilimsel yönden eksik olduğu değerlendirilmiştir. Üçüncü kaynaktan, çok kısa mesafelerde nükleonlar arasında oluşan bu etkileşimin proton-proton, nötron-nötron ve proton-nötron arasında olduğu belirtilmiştir. C5'te ise kütle çekim kuvveti ile elektromanyetik kuvvetinin menzilin uzun olarak ifade edilmesi bilimsel açıdan eksik olarak değerlendirilmiş ve bu değerlendirmenin yapıldığı üçüncü kaynaktan bu iki kuvvetin etki alanlarının sonsuz olduğu belirtilmiştir. C6 ve C7 ifadelerinde, çekirdeğin kararlı olması ile ilgili yapılan açıklamalar bilimsel yönden eksik olarak değerlendirilmiştir. Bu iki ifadede, çekirdeğin kararlı olması güçlü nükleer kuvvetin elektromanyetik kuvvetten büyük olması olarak belirtilmiştir. Sekiz ve dokuz numaralı kaynaklarda güçlü nükleer kuvvetin her durumda elektrostatik etkileşmeden büyük olacağı ifade edilmiştir. Son olarak C8 ifadesinde iyonlaştırıcı radyasyon türleri ile ilgili verilen örneklerin eksik olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlendirmenin yapıldığı dördüncü kaynağa göre, C8 ifadesine ek olarak proton, nötron ve diğer parçacıkların iyonlaştırıcı radyasyon türleri ile ilgili verilen örnekler eklenmesi gerekmektedir.

Tablo 6: Modern Fizik ünitesinde tespit edilen bilimsel olarak eksik veya hatalı ifadeler

Kod	Bilimsel Olarak Eksik veya Hatalı İfade	Bilimsel Olarak Doğru İfade
D1	Bir maddenin sıcaklığı <i>sıfır Kelvin'in üzerinde ise enerjisi vardır</i> (s. 247).	Atom ve molekülleri madde içerisinde öteleme, titreşim ve dönme hareketleri yapar. Madde, atom ve moleküllerin ötelenmesinden dolayı öteleme kinetik enerjisine, titreşmesinden dolayı titreşim kinetik enerjisine ve dönmesinden dolayı dönme kinetik enerjisine sahiptir...Sıcaklık, atom veya moleküllerin öteleme hareketinden dolayı sahip olduğu ortalama kinetik enerjisinin bir ölçüsüdür. Titreşim ve dönme kinetik enerjisinin sıcaklığa doğrudan etkisi yoktur (Güneş vd., 2021, s. 224). Bir gazın sıcaklığı 0 K'ne düşürülseydi ne olurdu? Bir gazın basıncı onun moleküllerinin kinetik enerjisi ile doğru orantılıdır. Klasik fiziğe göre gaz moleküllerinin kinetik enerjisi mutlak sıfır noktasında sıfır olurdu ve moleküllerin hareketi dururdu. Böyle gaz molekülleri bulundukları kabın dibine toplanırdı. Kuantum teorisi bu modele değişiklik getirir. En düşük sıcaklıkta bile sıfır nokta enerjisi denilen bir enerjinin varlığını ön görür (Serway & Beichner, 2000a, s. 585).
D2	Maddenin sıcaklığı çok düşük ise madde kızılötesi ışık yayar ve gözle görülmez. Sıcaklığı arttıkça madde görünür bölgede ışık yayar. Sıcaklıkla orantılı olarak kırmızı renkten <i>beyaza, beyaz</i> renkten mor renge doğru geçiş gözlenir (s. 247).	All the colors combined make white. Interestingly, the perception of white also results from the combination of only red, green, and blue light (Hewitt, 2015, s. 508). (Bütün renkler birleşince beyaz olur. İlginç bir şekilde, beyaz algısı da sadece kırmızı, yeşil ve mavi ışığın birleşiminden kaynaklanır).
D3	Işığın boşluktaki <i>hızı</i> , tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır (s. 238).	The speed of light in free space has the same measured value for all observers, regardless of the motion of the source or the motion of the observer; that is, the speed of light is a constant (Hewitt, 2015, s. 662). (Işığın boş uzaydaki sürati, kaynağın hareketinden veya gözlemcinin hareketinden bağımsız olarak tüm gözlemciler için aynı ölçülen değere sahiptir; yani ışık sürati sabittir).

Modern Fizik ünitesinde tespit edilen hatalı veya eksik ifadeler Tablo 6'da ifade edilmiştir.

Tablo 6'ya göre, Modern Fizik ünitesinde bilimsel yönden hatalı veya eksik olarak değerlendirilen üç farklı ifade yer almaktadır. D1'de *bir maddenin sıcaklığı sıfır Kelvin üzerindeyse enerjiye sahiptir* ifadesi bilimsel yönden hatalı olarak değerlendirilmiştir. Birinci ve onuncu kaynaklarda sıcaklığın, yalnızca madde atom ve moleküllerinin öteleme kinetik enerjisinden dolayı sahip olduğu enerjinin ölçüsü olduğu vurgulanmaktadır. Bu nedenle D1 ifadesinin, maddenin sıcaklığı sıfır Kelvin olması halinde molekül veya atomlarının dönme ve titreşim enerjilerine sahip olabileceği duruma göre değerlendirilmiştir. D2'de ise kara cisim ışımasında cisimlerin sıcaklıklarına göre farklı renklerde ışıma yapacağı belirtilirken maddenin beyaz renkte ışık yayması bilimsel yönden eksik olarak değerlendirilmiştir. Beşinci kaynaktaki, ışığın beyaz renginin kırmızı, mavi ve yeşil renkteki ışıkların karışımı ile elde edildiği ifade edilmektedir. Bu kapsamda D2 ifadesinde maddenin yaydığı kırmızı, mavi ve yeşil renkteki ışınların karışımı olarak beyaz renkte ışık yayınladığı vurgulanması gerekmektedir. D3 ifadesinde, B7 ifadesine benzer şekilde *ışık hızı* kavramını kullanılmıştır. Bu ifadenin değerlendirildiği Beşinci kaynaktaki *ışık hızı* ifadesi yerine *ışığın sürati* kullanıldığı görülmektedir.

Yapılan incelemeler sonucu Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları ünitesinde bilimsel açıdan herhangi bir hata veya eksik ifadeye rastlanmamıştır.

Tespit Edilen Bilimsel Hatalı veya Eksik İfadelerin 9. ve 11. Sınıf Fen Lisesi Fizik Ders Kitaplarındaki İfadelerle Karşılaştırılması

Fizik öğretim programı incelendiğinde, 12.sınıf müfredatındaki Çembersel Hareket ünitesinde yer alan çizgisel hız ve çizgisel sürat kavramlarının 9. sınıfta *Bir Boyutta Hareket* ve 11. sınıf *Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket* konularında da yer aldığı görülmektedir. Benzer şekilde sıcaklık ve nötron kavramlarıyla ilgili açıklamalara hem 9. sınıf hem de 12. sınıf öğretim programlarında rastlamak mümkündür. Bulguların ikinci kısmında ise 12. sınıf fen lisesi fizik ders kitabındaki çizgisel hız, çizgisel sürat ve sıcaklık kavramlarıyla ilgili açıklamaların 9. ve 11. sınıf fen lisesi fizik ders kitaplarındaki açıklamalarla karşılaştırılması yer almaktadır.

Çizgisel hız, çizgisel sürat ve sıcaklık kavramlarının 9., 11. ve 12. sınıf fen lisesi fizik ders kitaplarına göre karşılaştırılması Tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo 7 incelendiğinde, çizgisel hız kavramı 9. ve 11. sınıf fizik ders kitabında birim zamanda yapılan yer değiştirme olarak tanımlanırken aynı kavram 12. sınıf fizik ders kitabında cismin, eşit zaman aralıklarında eşit yol alması olarak tanımlanmaktadır. 9. sınıf fizik ders kitabında otomobillerin sürat göstergelerinden okunan değer *anlık sürati* ifade ettiği belirtilirken aynı kitapta ve 12.sınıf fizik ders kitabında, trafik uyarı levhalarının *aracın hızını* ifade ettiği belirtilmiştir.

Tablo 7: Hatalı olarak değerlendirilen ifadelerin farklı sınıf düzeyindeki fizik kitaplarındaki açıklamalara göre karşılaştırılması

	9.sınıf Fen Lisesi Kitabı	11.sınıf Fen Lisesi Kitabı	12.sınıf Fen Lisesi Kitabı
Çizgisel hız ve Sürat	<i>Hız:</i> Bir hareketlinin birim zamanda yaptığı yer değiştirmedir. Vektörel bir büyüklüktür (s. 61). <i>Sürat:</i> Bir hareketlinin birim zamanda aldığı yoldur. Skaler bir büyüklüktür (s. 61). Hareket hâlindeki otomobilin sürat göstergesinde okunan değer anlık süratin büyüklüğüdür (s. 66). Trafikteki akışın güvenli, hızlı ve düşük yakıt maliyetiyle gerçekleşmesi için kullanımı gittikçe yaygınlaşan yeşil dalga sistemi kullanılmaktadır... Levhada bulunan hız değerine bağlı kalarak gidildiğinde sinyalizasyon kavşaklardaki ışıklar yeşile döner (s. 66).	Hareket eden bir cismin hızının hareket süresince değişmemesi, hareketin sabit hızlı hareket olduğunu gösterir (s. 59). Düzgün doğrusal harekette cisim eşit zaman aralıklarında eşit yer değiştirmeler yapar (s. 59).	Cisim, çembersel hareketini büyüklük olarak sabit bir hızla yapıyorsa (eşit zaman aralığında eşit yol alıyorsa) bu harekete düzgün çembersel hareket denir (s. 20). Trafikte, virajlı yollara yaklaşıldığında trafik uyarı levhalarına rastlanır... bir kısmında ise hız limiti sınırı sayı olarak gösterilir veya her iki trafik levhası bir arada kullanılabilir (s. 36).
Sıcaklık	Sıcaklık: Ortalama bir molekülün titreşme etkinliğinin nicel görüntüsüdür. Maddelerin molekül boyutunda gerçekleşen titreşim artışı fiziksel değişimlere neden olur (s. 116). Maddeyi meydana getiren moleküllerin titreşimlerinden kaynaklanan kinetik enerjilerinin ve moleküller arası çekim kuvvetleri dolayısıyla sahip oldukları potansiyel enerjileri toplamına iç enerji denir	---	Bir maddenin sıcaklığı sıfır Kelvin'in üzerinde ise enerjisi vardır (s. 247).
Nötron	Modern atom teorisine göre, atomun çekirdeğinde "+" yüklü protonlarla elektrik yükü olmayan nötronlar; çekirdek çevresinde ise "-" yüklü elektronlar bulunur (s. 144).		Nötronların yüksüz parçacıklar olmalarına rağmen manyetik alandan etkilenmesi, nötronların başka parçacıkların birleşmesinden oluşabileceği fikrini doğurmuştur (s. 206).

Sıcaklık kavramı 9. sınıf fizik kitabında moleküllerin titreşme etkinliğinin ölçüsü olarak tanımlanmıştır. 12.sınıf fizik ders kitabında ise bir enerjiye sahip olabilmesi için sıcaklığının sıfır Kelvin üzerinde olması gerektiği ifade edilmiştir. Nötronların, 9. sınıf fizik kitabında *elektrik yükü olmadığı* ifade edilirken 12. Sınıf fizik kitabında *yüksüz* olarak ifade edilmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın amacı doğrultusunda bulgulardan elde edilen sonuçlar, incelenen her bir konu başlığı için tespit edilen ve bilimsel olarak eksik veya hatalı ifadelerin verildiği tablolar için ayrı ayrı yorumlanmış ve tartışılmıştır.

Çembersel Hareket Ünitesinde Tespit Edilen Bilimsel Yönden Eksik veya Hatalı İfadelerin Tartışılması

Tablo 3'te yedi farklı bilimsel yönden hatalı veya eksik ifade yer almaktadır. Bunlardan altısı (A1, A2, A3, A4, A6 ve A7) hatalı bilimsel açıklama olarak, bir tanesi de (A5) eksik ifade olarak değerlendirilmiştir. Tablo 3'te dikkat çeken noktalardan birisi düzgün çembersel hareket konusunda çizgisel hız, çizgisel sürat, açısal hız ve açısal sürat kavramları hatalı bir biçimde kullanılmasıdır (A1, A2, A3 ve A4). A1 ifadesinde çembersel hareket yapan bir cismin sabit büyüklükte bir hızla hareket eder ifadesi parantez içerisinde eşit zaman aralıklarında eşit yollar alır şeklinde açıklanırken A2'de ise çizgisel hız; cismin, birim zamanda çember yayı üzerinde katettiği yay uzunluğu olarak tanımlanmıştır. A1 ve A2'deki bu tanımlamalar çizgisel hız ve çizgisel sürat kavramlarının hatalı bir biçimde bir birinin yerine kullanıldığını göstermektedir. A1 ve A2'nin değerlendirildiği kaynaklarda ise düzgün çembersel hareket yapan cisimler için constant speed ve sabit sürat kavramlarının kullanıldığı görülmektedir. Hız ve sürat kavramları günlük hayatta sıkça birbirinin yerine kullanılıyor olsa bile gerçekte bu iki kavram birbirinden farklıdır. Skaler bir nicelik olan sürat bir cismin birim zamanda katettiği mesafeyi ifade ederken vektörel bir nicelik olan hız ise birim zamandaki yer değiştirme olarak tanımlanmaktadır (Giancoli, 2016). 9. sınıf öğretim programında da yer alan bu iki kavram, 12. sınıf öğretim programında çembersel hareket ünitesinde çizgisel hız ve çizgisel sürat olarak karşımıza çıkmaktadır. Çembersel yörüngede sabit süratle hareket eden bir cismin hızı sabittir demek doğru değildir. Çünkü hız vektörel bir niceliktir sürat ise skaler bir niceliktir. Ayrıca cisim başladığı noktaya geldiği anda ortalama hızı sıfır olurken ortalama sürati ise sıfır değildir (Güneş vd., 2021). Dolayısıyla kavramsal olarak farklı olan çizgisel hız ve çizgisel sürat kavramlarını düzgün çembersel hareket konusunda birbirinin yerine kullanılmaması gerekmektedir. Gerek öğretmenler gerekse de ders kitapları bu iki kavramı çembersel hareket konusunda kullanırken çok dikkat etmelidir. Ayrıca uluslararası literatürde kullanılan kaynaklarda düzgün çembersel hareket; çembersel yörüngede sabit süratle hareket eden cisim olarak tanımlanmaktadır (ör: Giancoli, 2016; Hewitt, 2015). A3'te ise açısal hız; çembersel yörüngede hareket eden bir cismin birim zamanda taradığı açının radyan cinsinden değeri olarak tanımlanmıştır. Bu ifadenin değerlendirildiği beşinci kaynakta bu tanım açısal süratin karşılığı olarak rotational speed veya angular speed olarak açıklanmıştır. Bu değerlendirme kapsamında fizik ders kitabında yer alan açısal

hız kavramı, açısal sürat kavramının yerine hatalı bir biçimde kullanılmıştır. Açısal sürat birim zamandaki dönme sayısı veya devir sayısı olarak tanımlanabilir (Hewitt, 2015). Açısal hız ise birim zamandaki açısal yer değiştirme olarak tanımlanır (Young & Freedman, 2012). A5'te ise trafik uyarı levhaları ve araçların sürat gösterge panellerinde okunan değerler, hız olarak ifade edilmiştir. Oysaki hareket halinde olan bir aracın yer değiştirmesinin büyüklüğü ile aldığı yollar birbirinden farklı olabileceğinden dolayı hızının ile süratinin değeri de birbirinden farklı olacaktır. Bu nedenle hareket halinde olan bir aracın sürat göstergesine bakıldığında okunan değer aracın o andaki anlık süratidir (Hewitt, 2015). Bu kapsamda trafik uyarı levhaları için hız kavramının yerine anlık sürat kavramının kullanılması daha doğru olacaktır. Kızılcık ve Güneş (2011)'in düzgün çembersel harekette kavram yanlışlarını tespit etmek için geliştirdikleri üç aşamalı kavram yanlışları testinin uygulama sonuçlarına göre öğrencilerin düzgün çembersel harekette en fazla sahip oldukları kavram yanlışları çembersel hareket süresince hızın değişmemesidir. Buradan da anlaşılabileceği üzere öğrenciler, düzgün çembersel hareket konusunda hız ve sürat kavramlarını birbirine karıştırmaktadır. Balbağ (2018), hız ve sürat kavramları ile ilgili bilişsel yapıları ortaya koymak için fen bilgisi öğretmen adaylarına kavram ilişkilendirme testi uygulamıştır. Uygulamaya katılan öğretmen adaylarına, hız ve sürat kavramlarının birbirini çağrıştırdığını tespit ederek bu iki kavramın öğrenciler tarafından karıştırıldığını tespit etmiştir. Fizik ders kitaplarındaki bilimsel açıklamaların öğrencinin zihninde kavram yanlışları oluşturmaya yönelik olarak hazırlanması gerekmektedir. Bu nedenle fizik ders kitaplarında hız ve sürat kavramlarının birbirinin yerine kullanılmamasına özellikle dikkat edilmelidir.

Bilimsel yönden eksik olarak değerlendirilen A5'te ip cambazlarının elindeki çubuğun eylemsizlik momentini artırıp dengede kalabilmeyi sağladığı ifade edilmiştir. Uzun çubuk kullanılması bir diğer sebebi ise; kütle çekim kuvvetinin oluşturduğu açısal ivme ve torku azaltmaktır (Giancoli, 2016). A6'da ise açısal momentum, çizgisel momentumun torku olarak ifade edilmiştir. Oysaki tork kavramı, kuvvet ve uzaklığın vektörel çarpımıdır. Çizgisel momentum kuvvet olmadığı için açısal momentumla ilgili yapılan bu tanımlama öğrencilerin tork kavramını karıştırmalarına neden olabilir. Rimoldini ve Singh (2005)'in, fizik lisans öğrencilerinin dönme hareketiyle ilgili kavramlarını belirlemek için uyguladıkları kavram testinin sonuçlarına göre; öğrencilerin tork ve kuvvet kavramlarını karıştırdıklarını tespit edilmiştir. Bu nedenle A6'daki ifade, öğrencilerin açısal momentum ve tork ile ilgili kavram kargaşası yaşamalarına neden olabilir. A7'de kütle çekim kuvvetinin menzilin doğadaki temel kuvvetler arasında en uzun menzilli kuvvet olarak belirtilmesi ve C5 ifadesinde elektromanyetik kuvvet ile kütle çekim kuvvetinin menzillerinin uzun olarak belirtilmesi üniteler arasındaki tutarsızlığı ortaya çıkarmaktadır. Kütle çekim kuvveti ve elektromanyetik kuvvetin menzilleri uzaklığın karesi ile ters orantılı olacak şekilde azalır. Buna göre bu iki kuvvetin menzili sonsuz olarak değerlendirilebilir (Serway & Beichner, 2000c).

Dalga Mekanikliği Ünitesinde Tespit Edilen Bilimsel Yönden Eksik veya Hatalı İfadelerin Tartışılması

Tablo 4'e göre, Dalga Mekanikliği ünitesinde tespit edilen yedi bilimsel hata veya eksik ifadenin üç tanesi üniteye bilimsel açıklamalardan, üç tanesi fizik ders kitabında yer alan görsel ifadelerden bir tanesi de ölçme değerlendirme etkinliği içerisinde yer alan sorudan oluşmaktadır. B1 ifadesinde polis radarlarının çalışma prensibinin anlatıldığı ifadede, A5 ifadesindeki bilimsel hatanın B1 ifadesinde tekrarlandığı görülmektedir. Bu kısımda hız ve sürat kavramları arasındaki farkı tekrar vurgulamak gerekmektedir. Bir araç için alınan yol ve yer değiştirme kavramları birbirinden farklı olduğu için hız ve sürat kavramları da farklıdır. Araçların sürat göstergesi aracın o andaki anlık süratini gösterir. Bu nedenle polis radarları bir aracın hızını değil süratini ölçmektedir (Hewitt, 2015; Young & Freedman, 2012). Bu kapsamda fizik ders kitaplarında hız ve sürat kavramlarını içeren örneklerle ilgili açıklamalarda bu iki kavramı birbirinin yerine kullanmamaya özen gösterilmesi gerekmektedir. Fizik ders kitabında yer alan B2 ve B5 görsellerinde, elektromanyetik spektrum ve görünür bölgede yer alan ışığın renkleri ile ilgili şekillerde gösterim hataları olduğu tespit edilmiştir. B2'deki görselde ışığın farklı renkleri arasına beyaz çizgiler konularak gösterilmesi ve B5'teki görselde elektromanyetik dalgaların farklı renklerle ifade edilmesi öğrencilerde kavram karışıklığına neden olabilir. Çünkü elektromanyetik spektrumda bulunan herhangi bir dalga hemen yanındaki bir dalga ile dalga boyu veya frekans bakımından keskin geçişler yoktur (Güneş vd., 2021). Ayrıca görünür bölge dışındaki diğer elektromanyetik dalgaların da rengi yoktur. Bu nedenle görünür bölgedeki ışığın renkleri arasında geçişin, B2'deki şeklin değerlendirildiği Giancoli, (2016)'daki gibi olması gerekirken elektromanyetik spektrumda öğrencilerde kavram kargaşasına neden olmamak için B5'teki görselin Hewitt (2015)'teki gibi olması gerekir. Elektromanyetik spektrumdaki geçişlerin keskin bir biçimde ifade edilmesinden dolayı ortaya çıkan bir hatalı durum ise B3'te yer almaktadır. Gama ışınları, enerji fazlalığı olan çekirdeklerden yayınlanırken x-ışınları ise yüklü parçacıkların ivmeli hareketi veya atomun enerji seviyeleri arasında geçiş yapan elektronlar tarafından yayınlanan elektromanyetik dalgalarıdır. Yani gama ışınları ile x-ışınlarının oluşum kökenleri birbirinden farklıdır. Aynı spektrumda gösterilen gama ve x-ışınları birbirinden kesin olarak ayırtamayacağı gibi enerjisi gama ışınlarından büyük olan x-ışınları da vardır (Beiser, 2008; Güneş vd., 2021). Bu nedenle fizik ders kitabında yer alan elektromanyetik spektrumda enerjisi en büyük olan dalga gama ışınlarıdır ifadesi eksik ve hatalıdır. Bu karışıklığı ortadan kaldırmak için kökenleri farklı olan gama ışınlarını ve x-ışınlarını farklı spektrumlarla ifade edilebilir. B4'teki görselde ışığın çift yarıktan girişimi modellenerek şeklin sağ tarafında ışık şiddetini merkezi aydınlık saçaktan her iki tarafa doğru eşit olarak gösterilmiştir. Ancak ışığın çift yarık girişiminde merkezde ışık şiddeti en fazladır. Merkezi aydınlık saçaktan itibaren ışık şiddeti her iki tarafa doğru azalmaktadır (Giancoli, 2016). Işık şiddetinin merkezi aydınlık saçaktan itibaren azalması yapılacak olan bir deneyde öğrenciler tarafından gözlemlenebilir. Bu nedenle ışık şiddetinin merkezden itibaren azalacağı ilgili şekilde belirtilmelidir. Dalga mekanikliği ünitesinin değerlendirme sorularında yer alan

B6'daki soruda verilen bazı araçların hangilerinin elektromanyetik dalga ile çalışmadığı sorulmuştur. Sorunun cevabında ise CD çarpların elektromanyetik dalga prensiplerine göre çalışmadığı ifade edilmiştir. Ancak hem CD'lere bilgi depolanması hem de depolanan bilginin tekrar okunmasında lazer ışınlarından yararlanılmaktadır (Serway & Beichner, 2000b). Bu kapsamda soruda verilen bütün araçların elektromanyetik dalgalarla çalıştığı bilindiği üzere ders kitabındaki bu soru değiştirilmelidir. Fizik ders kitabında hız ve süratin karıştırıldığı bir diğer ifade B7'deki elektromanyetik dalgalarla ilgili kısımdadır. 12. sınıf fizik ders kitabında, elektromanyetik dalgaların ışık hızında ilerlediği belirtilmiştir. Ancak uluslararası literatürde elektromanyetik dalgalarla ilgili *speed of electromagnetic wave* ve ışık için de *speed of light* kavramları kullanılmaktadır (örneğin: Giancoli, 2016; Hewitt, 2015; Knight, 2013; Young & Freedman, 2013). Yani uluslararası literatürde elektromanyetik dalgalar ve ışık için kullanılan sürat kavramı Türkçeye hız olarak çevrilmiştir. Bir kavramın farklı bir dilden Türkçeye yanlış çevirisi hem kavramın yanlış öğrenilmesi hem de öğrencilerin bu kavramla ilişkili diğer kavramlarla ilgili kargaşa yaşamasına neden olabilir. Bu nedenle fizik ders kitaplarında ilgili konularda ışık hızı ve elektromanyetik dalga hızı yerine ışığın sürati ve elektromanyetik dalga hızının sürati kavramları kullanılmalıdır.

Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite Ünitesinde Tespit Edilen Bilimsel Yönden Eksik veya Hatalı İfadelerin Tartışılması

Atom fizikine giriş ve radyoaktivite ünitesinde bilimsel yönden hatalı veya eksik sekiz farklı ifade tespit edilmiştir. Bunlardan beş tanesi radyoaktivite konusuyla, iki tanesi doğadaki temel kuvvetlerle ve bir tanesi de çekirdeği oluşturan nükleonlarla ilgilidir.

Bilimsel yönden hatalı olarak değerlendirilen C1 ve C2 ifadelerinin ortak yönü yüklü parçacıkların ışın olarak ifade edilmesidir. C1'de alfa parçacıkları, C2'de ise protonlar ışın olarak ifade edilmiştir. Matematikte bir başlangıç noktasından sonsuza çizilen doğrular ışın olarak tanımlanır. Bu nedenle fizikte elektromanyetik dalgaları modellemek için ışın kavramı kullanılabilir. Literatür incelendiğinde alfa bozunmasındaki Helyum çekirdekleri ve atomun çekirdeğinde bulunan nükleonlar parçacık olarak ifade edilmektedir. Öğrencilerin elektromanyetik dalgalar ile parçacıkları karıştırmaması için bu farklılığa ders fizik ders kitaplarındaki açıklamalarda dikkat edilmelidir. C3'te atomun çekirdeğinde bulunan nötronlar yüksüz olarak ifade edilmiştir. Nötronlar, parçacık sınıflandırmasında üçlü kuark yapıdan oluşan baryon grubundadır. Kuarkların ise elektrik yükleri vardır. Nötronda bulunan bir tane u kuark ve iki tane d kuarkın elektrik yükleri toplandığında nötronun net yükünün sıfır olduğu hesaplanabilir (Beiser, 2008; Martin, 2013; Taylor, Zafiratos, & Dubson, 2008). Bu nedenle nötronu yüksüz olarak ifade etmek yerine nötr bir parçacık olduğunu vurgulamak gerekmektedir. C4 ve C5'in ortak noktası ise doğadaki temel kuvvetlerle ilgili açıklamaların eksik olmasıdır. Nükleer kuvvetler ifade edilirken özellikle proton-proton, proton-nötron ve nötron-nötron arasındaki güçlü etkileşimler olduğu vurgulanmalıdır. Ayrıca elektromanyetik ve kütle çekim kuvvetlerinin menzillerinin

sonsuz olduğu belirtilmelidir (Serway & Beichner, 2000c). C6 ve C7, kararsız çekirdeklerle ilgili eksik ve hatalı ifadeler içermektedir. Bu iki ifadede kararsızlığın sebebi sadece nükleer kuvvetler ile elektriksel kuvvetler arasındaki etkileşim olduğu belirtilmiştir. Oysa ki; nükleer kararsızlığın temel sebeplerinden en önemlisi nükleon başına bağlanma enerjisidir. Nükleon başına bağlanma enerjisi ise; hacim etkisi, yüzey etkisi, Coulomb etkisi, simetri etkisi ve çiflenim etkisi gibi beş ana faktöre bağlıdır (Beiser, 2008; Martin, 2013; Serway & Beichner, 2000c). Bu nedenle fizik ders kitabında çekirdeklerdeki kararsızlığın sebebi açıklanırken; Coulomb etkisinin yanında başka faktörlerin de rol oynadığı ya da en azından kararsızlığı belirleyen tek faktörün Coulomb itmesi olmadığı belirtilmelidir. Bilimsel açıdan eksik olarak değerlendirilen C8’de ise iyonlaştırıcı radyasyon türlerinden hızlı-yavaş nötron ve proton demetinin örnekler arasında verilmediği görülmektedir.

Modern Fizik Ünitesinde Tespit Edilen Bilimsel Yönden Eksik veya Hatalı İfadelerin Tartışılması

Modern Fizik ünitesinde bilimsel yönden hatalı veya eksik olarak değerlendirilen üç farklı ifade tespit edilmiştir. D1’de, bir maddenin sıcaklığı mutlak sıfırın üzerinde olması halinde enerjisi vardır ifadesi bilimsel açıdan hatalıdır. Çünkü sıcaklık, madde moleküllerinin öteleme hareketinden dolayı sahip olduğu enerjinin bir ölçüsüdür (Hewitt, 2015). Madde moleküllerinin aynı zamanda titreşim ve dönme hareketleri de vardır. Mutlak sıfır noktasında madde moleküllerinin öteleme kinetik enerjisi sıfır olur ancak moleküllerin titreşim ve dönme hareketlerinden dolayı enerjileri vardır (Güneş vd., 2021). Bu nedenle fizik ders kitabındaki ifadenin aksine bir cismin enerjiye sahip olması için sıcaklığının mutlak sıfır noktasının üzerinde olması şart değildir. D2 ifadesinde ise, siyah cisim ışıması yapan bir cismin beyaz ışık yayması ifadesi bilimsel açıdan eksiktir. Işığın beyaz rengi, tüm renklerin birleşimi sonucu oluşmaktadır. Dolayısıyla siyah cisim ışıması sonucu bir cismin beyaz ışık yayımlayabilmesi için görünür bölgedeki tüm dalga boylarında ışın yayımlaması gerekmektedir (Hewitt, 2015). D3 ile B7 ifadeleri benzer şekilde ışığın hızı kavramını kullanırken uluslararası literatürde ise ışığın sürati kavramı kullanılmaktadır (Hewitt, 2015).

Hatalı Olarak Değerlendirilen İfadelerin Farklı Sınıf Düzeyindeki Fizik Kitaplarındaki Açıklamalara Göre Tartışılması

Tablo 7’de fizik öğretim programının sarmal yapısı doğrultusunda 12. sınıf fizik ders kitabında yer alan bilimsel açıklamaların farklı sınıf düzeylerindeki ders kitaplarındaki açıklamalarla karşılaştırılması yapılmıştır.

Hız ve sürat kavramları ve bu kavramlarla ilgili örnekler 9., 11. ve 12. sınıf öğretim programlarında yer almaktadır. Bu iki kavramla ilgili Tablo 7’de yer alan ifadelerde 9. ve 11. sınıf fizik ders kitaplarındaki açıklamaların bilimsel yönden doğru olduğu görülmektedir. Ancak bu açıklamalar doğrultusunda 12. sınıf fizik ders kitabında hız ve sürat kavramları ile ilgili hatalı açıklamalar olduğu görülmektedir. Ayrıca 9. sınıf fizik kitabında araçların sürat göstergelerindeki değerin anlık sürat olduğu ifade edilmişken hem 9. sınıf hem de 12. sınıf ders kitaplarında araçlarla ilgili örnekler ve trafik uyarı levhaları ile ilgili açıklamalarda hız

kavramı kullanıldığı görülmektedir. Bu kapsamda hız ve sürat kavramlarıyla ilgili açıklamaların 9. sınıftan itibaren 12. sınıfa kadar tutarlı bir biçimde devam ettirilemediği açıkça görülebilir.

9. sınıfta, madde moleküllerinin titreşimi ve potansiyel enerjilerinden dolayı sahip olduğu enerji iç enerji olarak ifade edilirken sıcaklığın moleküllerin titreşiminden dolayı sahip oldukları kinetik enerjinin ölçüsü olduğu belirtilmiştir. Ancak 12. sınıf ders kitabında ise maddenin enerjiye sahip olabilmesi için sıcaklığının mutlak sıfır noktasının üzerinde olması gerektiği ifade edilerek madde moleküllerinin potansiyel enerjiye sahip oldukları göz ardı edilmiştir.

Nötronlarla ilgili 9. sınıf fizik ders kitabındaki açıklamalarda elektrik yükü olmayan parçacıklar olduğu belirtilmiştir. 12. sınıf öğretim programında kuarklarla ilgili açıklamalar olmasına rağmen 12. sınıf fizik ders kitabında nötronlar, yüksüz parçacıklar olarak tanımlanmıştır. Unutulmamalıdır ki, yanlış olarak tanımlanan kavramların üzerine inşa edilecek kavramlar öğrencilerin kavramsal kargaşa yaşamasına neden olabilir. Aynı kavramların, ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerin öğrenme düzeyleri dikkate alındığında farklı şekilde açıklanmaları olağan bir durumdur. Ancak ortaöğretim sürecinde sarmal bir öğretim programında aynı kavramların farklı sınıf düzeylerinde farklı ve hatalı bir biçimde açıklanması olağan bir durum değildir. Bu problemin birden fazla sonucu olabileceği gibi ilk akla gelen faktörlerden birisi fizik ders kitaplarının yazarlarının farklı olmasıdır. Bu farklılıkların önlenmesi için alınacak önlemlerden birisi de fizik ders kitaplarının aynı yazar ve komisyonlar tarafından yazılmasıdır.

Öneriler

Yapılmış olan bu çalışmanın birinci araştırma problemi kapsamında 12. sınıf fizik ders kitabındaki altı ünite bilimsel içerik bakımından incelenmiş ve bilimsel yönden 25 ifade hatalı veya eksik olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın ikinci araştırma problemi kapsamında ise öğretim programının sarmal yapısı dikkate alınarak 12. sınıf fizik ders kitabı ile diğer sınıf düzeylerinde kullanılan fizik ders kitaplarında ortak bulunan kavramlarla ilgili bilimsel açıklamalar değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye göre fizik ders kitaplarında; hız, sürat, sıcaklık ve nötron kavramlarının farklı sınıf düzeylerinde hatalı ve eksik biçimde açıklamalar yer aldığı tespit edilmiştir.

Birinci araştırma probleminin sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, 12. sınıf fizik kitabında hız ve sürat kavramları ve bu kavramların günlük hayattaki uygulamalarıyla ilgili örneklerde hatalı bir şekilde birbirinin yerine kullanıldıkları tespit edilmiştir. Doğada bulunan temel kuvvetler ve bu kuvvetlerin özellikleri ile ilgili yapılan açıklamaların genel olarak eksik olduğu ve bazı açıklamaların fizik kitabındaki farklı ünitelerde bile tutarsız olduğu görülmüştür. Elektromanyetik dalgalar ve spektrumla ilgili görsellerin öğrencilerde kavram yanlışlığı oluşturabilecek eksiklikler içerdiği tespit edilmiştir. Ayrıca uluslararası literatürde kullanılan elektromanyetik dalga sürati ve ışık sürati kavramları yerine ışık hızı ve elektromanyetik dalga hızı ifadeleri kullanıldığı tespit edilmiştir. Radyoaktivite ve kararsız çekirdeklerle ilgili açıklamaların eksik, atomun temel parçacıkları ile ilgili açıklamaların ise hatalı olduğu görülmüştür. Ayrıca sıcaklık ve ışığın rengi konularında

kavram yanlışları oluşturabilecek eksik açıklamalar olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak; fen lisesi 12. sınıf fizik ders kitabındaki incelemeler doğrultusunda bilimsel açıklamalarda çeşitli hatalar ve eksiklikler tespit edilmiştir. İncelenen bu ders materyali ile ilgili ulaşılan sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

- Fizik ders kitaplarında hatalı veya eksik bilimsel açıklama olmaması için kitap yazım sürecinde yazarların tarafından ulusal ve uluslararası literatürde fizik öğretiminde kullanılan tüm kaynaklar gözden geçirilmelidir.
- Fizik ders kitaplarındaki açıklamaların öğrencilerde kavram yanlışlığı oluşturmaması için literatürdeki kavram yanlışlarıyla ilgili yapılmış çalışmalar kitap yazarları tarafından incelenmelidir.
- Aynı sınıf düzeyinde farklı fizik ders kitaplarının okutulması yerine farklılığı en aza indirmek için aynı sınıf düzeyinde tek bir kitap okutulmalıdır.
- Fizik ders kitaplarının bilimsel açıdan eksiklerden ve hatalardan arındırılması için fizik ders kitaplarının incelendiği çalışmaların sayısı artırılmalıdır.

Yazar Katkı Oranı

Tüm yazarlar makalenin tüm süreçlerinde eşit oranda rol almışlardır. Tüm yazarlar çalışmanın son halini okumuş ve onaylamıştır.

Etik Kurul Beyanı

Yazarlar çalışmasının etik kurul iznine tabi olmadığını ve çalışmanın tüm sürecinde Committee on Publication Ethics (COPE)' tarafından belirlenen kurallara uyulduğunu beyan etmektedir.

Çatışma Beyanı

Yazarlar çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Arslan, A., Ercan, O., & Tekbıyık, A. (2014). Fizik dersi öğretim programına ilişkin öğretmen görüşlerinin çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 44(201), 215-235.
<https://dergipark.org.tr/en/pub/milliegitim/issue/36164/406529>
- Aydın, A., Çelik, A., Yılmaz, İ., Soyarslan, K., Erat, M., & Bozarslan, Ş. (2018). *Ortaöğretim fen lisesi fizik 9 ders kitabı*. Mustafa Yılmazlar (Ed.) Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı
- Aydoğdu, M. & Kesercioğlu, T. (2005). *İlköğretimde fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Anı
- Ayvacı, H. & Devocioğlu, Y. (2013). 10. sınıf fizik ders kitabı ve kitaptaki etkinliklerin uygulanabilirliği hakkında öğretmen değerlendirmeleri. *Amasya üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 418-450.
<https://dergipark.org.tr/en/pub/amauefd/issue/1729/21201>
- Balbaş, M. Z. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının hız ve sürat kavramlarına ilişkin bilişsel yapıları: Kelime ilişkilendirme testi (KİT) uygulaması. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33, 38-47.
<https://dergipark.org.tr/en/pub/zgefd/issue/47926/606268>

- Beiser, A. (2008). *Concepts of modern physics*, 6th Edition (G. Önengüt, Çev.). Ankara: Akademi.
- Bozan, İ. & Savaş, B. (2019). Üstün yetenekli öğrencilerde sık görülen kavram yanlışlarının öğretmen görüşlerine göre incelenmesi. *Disiplinler Arası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(6), 87-98.
<https://dergipark.org.tr/en/pub/jier/issue/51263/620893>
- Çiftçi, A., Ece, D., Bozkurt, D., Yaşar, M., & Nalbant, M. (2017). *Ortaöğretim fen lisesi fizik 12 ders kitabı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Demir, C., Maskan, A. K., Çevik, Ş., & Baran, M. (2009). Ortaöğretim 9. sınıf fizik ders kitabının ders kitabı değerlendirme ölçütlerine göre incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 125-140.
<https://dergipark.org.tr/en/pub/zgefd/issue/47954/606736>
- Giancoli, D.C. (2016). *Physics for scientists & engineers with modern physics*, 14th. Ed. London: Pearson Education Limited.
- Güzel, H. & Adıbelli, S. (2011). 9. sınıf fizik ders kitabının eğitsel, görsel, dil ve anlatım yönünden incelenmesi, *S.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 26, 201-216.
<https://dergipark.org.tr/en/pub/susbed/issue/61803/924565>
- Güzel, H., Oral, İ., & Yıldırım, A. (2009). Lise II fizik ders kitabının fizik öğretmenleri tarafından değerlendirilmesi. *S.Ü. Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 133-142.
- Güneş, B. (Ed.), Ateş, S., Eryılmaz, A., Yürük, N., Özdemir, Ö. F., Kanlı, U., Serin, G., Üstün, U., Aygün, M., Gülççek, Ç., Toroslu-Çekiç, S., & Damalı, V. (2021). *Doğru bilinen yanlışlardan, yanlış bilinen doğrulara: Fizikte kavram yanlışları*. İkinci Baskı, Ankara: Palme.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). *Fundamentals of physics*. 10th Ed. New York: John Wiley & Sons.
- Hewitt, P. G. (2015). *Conceptual physics*. 12th edition. Harlow UK: Pearson.
- İnaç, H. & Tuksal, H. (2019). Ortaöğretim kurumları fizik eğitiminde öğrenme güçlüklerinin belirlenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 3(1), 102-121.
<https://doi.org/10.31200/makuubd.500460>
- Kayhan, E., Altun, S., & Gürol, M. (2019). Sekizinci sınıf Türkçe öğretim programı (2018)'nın 21. yüzyıl becerileri açısından değerlendirilmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(2), 20-35.
<https://dergipark.org.tr/en/pub/aduefebder/issue/51093/607971>
- Kavcar, N., Çınar, G., Dönmez, İ., & Kaya Şengören, S. (2012). *Fizik öğretmen adaylarının Ortaöğretim 11. Sınıf Fizik ders kitabına ilişkin görüşleri*. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (X. UFBMEK) sözlü bildirisi, Özet Kitabı, 653-654.
- Kavcar, N., Kabay, G., & Arıkan, G. (2012). Ortaöğretim fizik 12 ders kitabının öğretmen adayları raporlarıyla değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38, 112-133.

- <https://dergipark.org.tr/en/pub/deubefd/issue/25111/265112>
- Kavcar, N. & Erdem, A. (2017). Fizik öğretim programları ile fizik ders kitaplarının proje tabanlı öğrenme açısından incelenmesi. *Online Fen Eğitimi Dergisi*, 2(1), 11-44. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ofed/issue/30835/303703>
- Kanlı, U. & Yağbasan, R. (2004). Proje 2061 in ışığında fizik ders kitaplarının eğitimsel tasarımına eleştirel bir bakış. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 123-155. <https://dergipark.org.tr/en/pub/gefad/issue/6759/90919>
- Karadağ, M., Dülgeroğlu, İ., & Ünsal, Y. (2013). Ortaöğretim 9. sınıf fizik ders kitabının öğretmen görüşleri doğrultusunda değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(3), 549-568. <https://dergipark.org.tr/en/pub/gefad/issue/6731/90495>
- Kızılcık, H. Ş. & Güneş, B. (2011). Düzgün dairesel hareket konusunda üç aşamalı kavram yanılgısı testi geliştirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(41), 278-292.
- Knight, D. R. (2013). *Physics for scientists and engineers : a strategic approach* 3rd. Edition, New York: Pearson.
- Martin, J. E. (2013). *Physics for radiation protection Germany* (Çev. Ed. G. Tanır, M.H. Bölükdemir, K. Koç). Ankara: Palme.
- Marulcu, I. & Doğan, M. (2010). Ortaöğretim fizik ders kitaplarına ve müfredatlarına Afyonkarahisar'daki öğretmen ve öğrencilerin bakışı, *Erciyes University Journal of Social Sciences Institute*. 1(29), 193-209. <https://dergipark.org.tr/en/pub/erusosbilder/issue/23763/253293>
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). *Fizik öğretim programı*. <https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=351>
- Rimoldini, L. G. & Singh, C. (2005). Student understanding of rotational and rolling motion concepts, the american physical society. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 1, 010102 <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.1.010102>
- Serway, R. A. & Beichner, R. J. (2000a). *Fen ve mühendislik için fizik Fizik 1* (K. Çolakoğlu, Çev.). Ankara: Palme.
- Serway, R. A. & Beichner, R. J. (2000b). *Fen ve mühendislik için fizik Fizik 2* (K. Çolakoğlu, Çev.). Ankara: Palme
- Serway, R. A. & Beichner, R. J. (2000c). *Fen ve mühendislik için fizik Fizik 3* (K. Çolakoğlu, Çev.). Ankara: Palme.
- Serway, R. A. & Jewett, J. W. (2019) *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*, 10th Ed. New York: Cengage Learning.
- Soong, B. C. & Yager, R. E. (1993). The inclusion of STS material in the most frequently used secondary science textbook in the U.S. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(4), 339-349. <https://doi.org/10.1002/tea.3660300403>
- Taylor, J., Zafiratos, C. & Dubson, M. (2008). *Fen ve mühendislikte modern fizik kitabı*. (B. Karaoğlu, Çev.). Okutman Yayıncılık, Ankara.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.
- Yılmaz, İ., Soyarslan, K., Erat, M., & Bozarslan, Ş. (2018). *Ortaöğretim fen lisesi fizik 11 ders kitabı*. Mustafa Yılmazlar (Ed.) Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Young, H. D., Freedman, R. A. & Ford, A. L. (2012). *Sears and Zemansky's university physics* (Vol.1). San Francisco: Pearson.
- Ünsal, Y. & Güneş, B. (2004). Bir kitap inceleme çalışması örneği olarak MEB lise 1. sınıf fizik ders kitabının eleştirel olarak incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(3), 305-321. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/256417>
- Zemansky, M. & Sears, F. (2014). *University physics*, 14th Ed. Mexico: Pearson.

Extended Summary

Introduction

In this period, which is called the information age, science and technology are developing rapidly. Societies can adapt to these changes only to the extent of the importance they attach to science and technology education. (Aydoğdu & Kesercioğlu, 2005). In this context, an effective science and technology education is very important for both the individual and the society they live in. In the Science High School Physics Curriculum, which was renewed and put into practice by the Ministry of National Education (MoNE) in 2018, the competencies that the individual should have at the national and international levels are expressed under eight headings. One of them, proficiency in the field of science and technology, "predicts to master the knowledge and methodology of technology that will be developed in line with people's wishes and needs by offering evidence-based solutions to questions" (MoNE, 2018). One of the bridges that will bring these competencies and outcomes in the physics curriculum to students is the textbooks. Textbooks are documents that explain the information about the subjects in the curriculum in a planned and regular way and guide the student in the direction of objectives and outcomes (Ayvaci & Devocioğlu, 2013; Kavcar & Erdem, 2017; Ünsal & Güneş, 2004). One of the most used materials in the learning environment is textbooks. For this reason, textbooks frequently used by teachers and students should be scientifically sufficient and complete, as well as fully reflect the objectives of the curriculum. In addition, it is necessary to update and develop the textbooks in line with the developments in science and technology (Karadağ, Dülgeroğlu & Ünsal, 2013). The needs of teachers and students and the factors affecting the learning environment must be taken into account in the updating and development of textbooks. The studies in the literature that examine the textbooks focus on the studies in which textbooks at different grade levels are evaluated according to the teacher, teacher candidate or student questionnaires. However, in the relevant literature on the scientific aspects of the content in physics textbooks there are no studies that examined in a comprehensively with scientific aspects. According to Soong and Yager (1993), the quality of the textbooks used in schools also shows the value given to science education. For effective physics teaching, the explanations and visual contents in the textbooks must be scientifically complete. For this reason, it is thought that studies examining physics textbooks in detail will both contribute to the literature and increase the quality of physics textbooks.

The aim of this study is to examine the science high school 12th-grade physics textbook in terms of scientific content. For this purpose, scientific explanations, assessment-evaluation activities and visual expressions of the subjects in the 12th-grade science high school physics textbook were compared with the explanations in national and international sources. As a result of the examinations, scientifically incorrect or incomplete statements were determined in the physics textbook. Incorrect or incomplete expressions and correct explanations of these expressions according to the sources in the literature are shown in tables in comparison.

Within the scope of this study, answers to the following two research questions were sought;

1. Are there any scientifically incorrect or incomplete statements in the scientific explanations, assessment-evaluation activities and visual explanations in the MoNE science high school 12th grade physics textbook?
2. According to the secondary school physics curriculum, which has a spiral structure, how were the incorrect or missing statements found in the 12th grade science high school physics textbook expressed in the physics textbooks at different grade levels?

Method

In this study, in which the 12th grade physics textbook used in science high schools since 2019 was examined in terms of content, a scanning model based on document analysis was used. Document analysis includes the analysis of written materials containing information about the case or cases that are aimed to be investigated (Yıldırım & Şimşek, 2013). In this context, the 12th grade science high school physics textbook was examined in terms of scientific content and visuals.

Within the scope of the first research problem of the study, the electronic version of the Science High School Physics 12 Textbook prepared by Çifti, Ece, Bozkurt, Yaşar and Nalbant (2017) was accessed from the education and information network website of the MoNE .In line with the purpose of the study, scientific explanations, assessment-evaluation activities and visual expressions of the subjects in the physics textbook were examined. Within the scope of the second research problem of the study, considering the spiral structure of the physics curriculum, incorrect or incomplete expressions detected in the 12th grade physics textbook were compared with the scientific explanations in the physics textbooks at different grade levels. Common concepts were identified in the Motion and Force, Heat-Temperature, Electrostatic, and Modern Physics units in the 9th, 11th and 12th grade curriculum. In order to compare the explanations about these concepts, the electronic version of the Science High School Physics 11 Textbook (2018) prepared by Yılmaz, Soyarslan, Erat and Bozarslan and the Science High School Physics 9 Textbook prepared by Aydın, Çelik, Yılmaz, Soyarslan, Erat and Bozarslan (2018) were accessed from the education and information network website of the MoNE.

Findings, Discussion and Results

Within the scope of the first research problem of this study, six units in the 12th grade physics textbook were examined in terms of scientific content and 25 scientific statements were evaluated as incorrect or missing. Within the scope of the second research problem of the study, considering the spiral structure of the curriculum, scientific explanations about the concepts found in common in the 12th grade physics textbook and the physics textbooks used at other grade levels were evaluated. According to this assessment in physics textbooks; velocity, speed, temperature and neutron concepts were found to be incorrect and incomplete in different class levels. According to the results of the first research problem,

the concepts of velocity and speed in the 12th grade physics textbook were found to be used interchangeably. In the physics book, it was observed that explanations about the fundamental forces in nature and the properties of these forces are often incomplete, and some explanations are inconsistent even in different units. Electromagnetic waves and spectrum-related visuals were found to contain deficiencies that could create misconceptions in students. In addition, light velocity and electromagnetic wave velocity statements were used instead of the concepts of electromagnetic wave and light speed used in the international literature. Explanations about radioactivity and unstable nuclei were found to be incomplete while explanations about the fundamental particles of the atom were incorrect. In addition, the concepts of temperature and light color were incomplete. As a result, various errors and shortcomings were determined in the scientific statements in the 12th-grade physics textbook.

Author Contribution Rate

Both of the authors took equally active roles in the writing process of this article. All authors have read and confirmed the final version of the article.

Ethical Declaration

The authors declare that the current study is not subject to the approval of the ethics committee and that the rules set by the Committee on Publication Ethics (COPE) were followed throughout the study. All parties were involved in the research of their own free will, and all participants were adult professionals.

Conflict Statement

The authors declare that there is no conflict of interest as part of the study