Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi

The Journal of Limitless Education and Research

Kasım 2023
Cilt 8, Sayı 3

November 2023
Volume 8, Issue 3

The Journal of Limitless Education and Research

November 2023, Volume 8, Issue 3

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi

Kasım 2023, Cilt 8, Sayı 3

Sahibi
Prof. Dr. Firdevs GÜNEŞ

Editör
Doç. Dr. Ayşe Derya IŞIK

Editör Yardımcısı
Doç. Dr. Çağın KAMIŞCIOĞLU

Yazım ve Dil Editörü
Doç. Dr. Bilge BAĞCI AYRANCI
Doç. Dr. İbrahim Halil YURDAKAL
Doç. Dr. Serpil ÖZDEMİR

Yabancı Dil Editörü
Doç. Dr. Çağın KAMIŞCIOĞLU
Doç. Dr. Gülden TÜM
Doç. Dr. Tanju DEVECİ

Owner
Prof. Dr. Firdevs GÜNEŞ

Editor in Chief
Assoc. Prof. Dr. Ayşe Derya IŞIK

Assistant Editor
Assoc. Prof. Dr. Çağın KAMIŞCIOĞLU

Philologist
Assoc. Prof. Dr. Bilge BAĞCI AYRANCI
Assoc. Prof. Dr. İbrahim Halil YURDAKAL
Assoc. Prof. Dr. Serpil ÖZDEMİR

Foreign Language Specialist
Assoc. Prof. Dr. Çağın KAMIŞCIOĞLU
Assoc. Prof. Dr. Gülden TÜM
Assoc. Prof. Dr. Tanju DEVECİ

İletişim
Sınırsız Eğitim ve Araştırma Derneği
06590 ANKARA – TÜRKİYE
e-posta: editor@sead.com.tr
sead@sead.com.tr

Contact
Limitless Education and Research Association
06590 ANKARA – TURKEY
e-mail: editor@sead.com.tr
sead@sead.com.tr

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi (SEAD), yılda üç kez yayımlanan uluslararası hakemli bir dergidir.
Yazıların sorumluluğu, yazarlarına aittir.

Journal of Limitless Education and Research(J-LERA) is an international refereed journal published three times a year.
The responsibility lies with the authors of papers.

The Journal of Limitless Education and Research, Volume 8, Issue 3

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi, Cilt 8, Sayı 3

Kapak: Doç. Dr. Ayşe Derya IŞIK-Doç. Dr. Barış ÇUKURBAŞI

İNDEKSLER / INDEXED IN

The Journal of Limitless Education and Research, Volume 8, Issue 3

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi, Cilt 8, Sayı 3

Editörler Kurulu (Editorial Board)

Computer Education and Instructional Technology **Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi**	Doç. Dr. Hasan ÖZGÜR Doç. Dr. Barış ÇUKURBAŞI	Trakya Üniversitesi, Türkiye Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Türkiye
Educational Sciences **Eğitim Bilimleri**	Doç. Dr. Ayşe ELİÜŞÜK BÜLBÜL Doç. Dr. Gülenaz ŞELÇUK Doç. Dr. Menekşe ESKİCİ	Necmettin Erbakan Üniversitesi, Türkiye Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Türkiye Kırklareli Üniversitesi, Türkiye
Science **Fen Eğitimi**	Prof. Dr. Nurettin ŞAHİN Dr. Yasemin BÜYÜKŞAHİN	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Türkiye Bartın Üniversitesi, Türkiye
Art Education **Güzel Sanatlar Eğitimi**	Doç. Dr. Seçil KARTOPU	Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara
Lifelong Learning **Hayat Boyu Öğrenme**	Prof. Dr. Firdevs GÜNEŞ Prof. Dr. Thomas R. GILLPATRICK Assoc. Prof. Dr. Tanju DEVECİ	Ankara Üniversitesi, Türkiye Portland State University, USA Khalifa University of Science and Technology, UAE
Teaching Mathematics **Matematik Eğitimi**	Prof. Dr. Erhan HACIÖMEROĞLU Doç. Dr. Aysun Nüket ELÇİ Doç. Dr. Burçin GÖKKURT	Temple University, Japan Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Türkiye Bartın Üniversitesi, Türkiye
Pre-School Education **Okul Öncesi Eğitimi**	Doç. Dr. Neslihan BAY Dr. Burcu ÇABUK	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Türkiye Ankara Üniversitesi, Türkiye
Primary Education **Sınıf Eğitimi**	Prof. Dr. Sabri SİDEKLİ Doç. Dr. Oğuzhan KURU Doç. Dr. Özlem BAŞ Doç. Dr. Süleyman Erkam SULAK Doç. Dr. Yalçın BAY	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Türkiye Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye Hacettepe Üniversitesi, Türkiye Ordu Üniversitesi, Türkiye Anadolu Üniversitesi, Türkiye
Teaching Social Studies **Sosyal Bilgiler Eğitimi**	Doç. Dr. Cüneyit AKAR	Uşak Üniversitesi, Türkiye
Teaching Turkish **Türkçe Öğretimi**	Prof. Dr. Fatma KIRMIZI Prof. Dr. Nevin AKKAYA Doç. Dr. Bilge BAĞCI AYRANCI Doç. Dr. Serpil ÖZDEMİR	Pamukkale Üniversitesi, Türkiye Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye Adnan Menderes Üniversitesi, Türkiye Bartın Üniversitesi, Türkiye
Teaching Turkish to Foreigners **Yabancılara Türkçe Öğretimi**	Prof. Dr. Apollinaria AVRUTİNA Prof. Dr. Yuu KURIBAYASHI Assoc. Prof. Dr. Galina MISKINIENE Assoc. Prof. Dr. Könül HACIYEVA Assoc. Prof. Dr. Xhemile ABDIU Doç. Dr. Gülden TÜM Lecturer Dr. Feride HATİBOĞLU Lecturer Semahat RESMİ CRAHAY	St. Petersburg State University, Russia Okayama University, Japan Vilnius University, Lithuania Azerbaijan National Academy of Sciences, Azerbaijan Tiran University, Albania Çukurova Üniversitesi, Türkiye University of Pennsylvania, USA PCVO Moderne Talen Gouverneur, Belgium
Foreign Language Education **Yabancı Dil Eğitimi**	Prof. Dr. Arif SARIÇOBAN Prof. Dr. Işıl ULUÇAM-WEGMANN Prof. Dr. İ. Hakkı MİRİCİ Prof. Dr. İlknur SAVAŞKAN Assoc. Prof. Dr. Christina FREI Doç. Dr. Bengü AKSU ATAÇ Dr. Ulaş KAYAPINAR	Selçuk Üniversitesi, Türkiye Universität Duisburg-Essen, Germany Hacettepe Üniversitesi, Türkiye Bursa Uludağ Üniversitesi, Türkiye University of Pennsylvania, USA Nevşehir Hacı Bektaş Üniversitesi, Türkiye American University of the Middle East (AUM), Kuwait

The Journal of Limitless Education and Research, Volume 8, Issue 3

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi, Cilt 8, Sayı 3

Yayın Danışma Kurulu (Editorial Advisory Board)

Prof. Dr. Ahmet ATAÇ, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Ahmet GÜNŞEN, Trakya Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Ahmet KIRKILIÇ, Ağrı Çeçen Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Ali Murat GÜLER, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Ali YAKICI, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Apollinaria AVRUTINA, St. Petersburg State University, Russia

Prof. Dr. Arif ÇOBAN, Konya Selçuk Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Asuman DUATEPE PAKSU, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Demet GİRGİN, Balıkesir Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Duygu UÇGUN, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Efe AKBULUT, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Erhan Selçuk HACIÖMEROĞLU, Temple University, Japan

Prof. Dr. Erika H. GILSON, Princeton University, USA

Prof. Dr. Erkut KONTER, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Erol DURAN, Uşak Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Ersin KIVRAK, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Esra BUKOVA GÜZEL, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Fatma AÇIK, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Fatma KIRMIZI, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Firdevs GÜNEŞ, Ankara Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Fredricka L. STOLLER, Northern Arizona University, USA

Prof. Dr. Gizem SAYGILI, Karaman Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Hakan UŞAKLI, Sinop Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Hüseyin ANILAN, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Hüseyin KIRAN, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. İbrahim COŞKUN, Trakya Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. İhsan KALENDEROĞLU, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. İlknur SAVAŞKAN, Bursa Uludağ Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. İlze IVANOVA, University of Latvia, Latvia

Prof. Dr. İsmail MİRİCİ, Hacettepe Üniversitesi, Türkiye

The Journal of Limitless Education and Research, Volume 8, Issue 3

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi, Cilt 8, Sayı 3

Prof. Dr. Jack C RICHARDS, University of Sydney, Avustralia

Prof. Dr. Kamil İŞERİ, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Levent MERCİN, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Leyla KARAHAN, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Liudmila LIASHCHOVA, Minsk State Linguistics University, Belarus

Prof. Dr. Mehmet Ali AKINCI, Rouen University, France

Prof. Dr. Meliha YILMAZ, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Merih Tekin BENDER, Ege Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Mustafa Murat İNCEOĞLU, Ege Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Nergis BİRAY, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Nesrin IŞIKOĞLU ERDOĞAN, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Nevin AKKAYA, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Nezir TEMUR, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Nil DUBAN, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Nurettin ŞAHİN, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Pınar GİRMEN, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Sabri SİDEKLİ, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Serap BUYURGAN, Başkent Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Serdar TUNA, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Serdarhan Musa TAŞKAYA, Mersin Üniversitesi

Prof. Dr. Seyfi ÖZGÜZEL, Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Songül ALTINIŞIK, TODAİE Emekli Öğretim Üyesi, Türkiye

Prof. Dr. Süleyman İNAN, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Şafak ULUÇINAR SAĞIR, Amasya Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Şahin KAPIKIRAN, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Şerif Ali BOZKAPLAN, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Tahir KODAL, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Tazegül DEMİR ATALAY, Kafkas Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Thomas R. GILLPATRICK, Portland State University, USA.

Prof. Dr. Todd Alan PRICE, National-Louis University, USA

Prof. Dr. Turan PAKER, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

The Journal of Limitless Education and Research, Volume 8, Issue 3

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi, Cilt 8, Sayı 3

Prof. Dr. Umut SARAÇ, Bartın Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. William GRABE, Northern Arizona University, USA

Prof. Dr. Yasemin KIRKGÖZ, Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Yuu KURIBAYASHI, Okayama University, JAPAN

Prof. Dr. A. Işıl ULUÇAM-WEGMANN, Universität Duisburg-Essen, Deutschland

Assoc. Prof. Dr. Sevinc QASİMOVA, Bakü State University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Carol GRIFFITHS, University of Leeds, UK

Assoc. Prof. Dr. Christina FREI, University of Pennsylvania, USA

Assoc. Prof. Dr. Könül HACIYEVA, Azerbaijan National Academy of Sciences, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Salah TROUDI, University of Exeter, UK

Assoc. Prof. Dr. Suzan CANHASİ, University of Prishtina, Kosovo

Assoc. Prof. Dr. Şaziye YAMAN, American University of the Middle East (AUM), Kuwait

Assoc. Prof. Dr. Tanju DEVECİ, Khalifa University of Science and Technology, UAE

Assoc. Prof. Dr. Xhemile ABDIU, Tiran University, Albania

Assoc. Prof. Dr. Galina MISKINIENE, Vilnius University, Lithuania

Assoc. Prof. Dr. Spartak KADIU, Tiran University, Albania

Doç. Dr. Abdullah ŞAHİN, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Abdurrahman ŞAHİN, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Ahmet BAŞKAN, Hitit Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Anıl ERTOK ATMACA, Karabük Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Aydın ZOR, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Aysun Nüket ELÇİ, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Ayşe Derya IŞIK, Bartın Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Ayşe ELİÜŞÜK BÜLBÜL, Selçuk Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Barış ÇUKURBAŞI, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Behice VARIŞOĞLU, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Berna Cantürk GÜNHAN, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Bilge AYRANCI, Adnan Menderes Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Burçin GÖKKURT ÖZDEMİR, Bartın Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Cüneyit AKAR, Uşak Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Çağın KAMIŞCIOĞLU, Ankara Üniversitesi, Türkiye

The Journal of Limitless Education and Research, Volume 8, Issue 3

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi, Cilt 8, Sayı 3

Doç. Dr. Dilek FİDAN, Kocaeli Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Esin Yağmur ŞAHİN, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Feryal BEYKAL ORHUN, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Filiz METE, Hacettepe Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Fulya ÜNAL TOPÇUOĞLU, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Funda ÖRGE YAŞAR, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Gülden TÜM, Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Gülenaz SELÇUK, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Güliz AYDIN, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Hasan ÖZGÜR, Trakya Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. İbrahim Halil YURDAKAL, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Mehmet Celal VARIŞOĞLU, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Melek ŞAHAN, Ege Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Meltem DEMİRCİ KATRANCI, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Menekşe ESKİCİ, Kırklareli Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Nazan KARAPINAR, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Neslihan BAY, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Nil Didem ŞİMŞEK, Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Orhan KUMRAL, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Özlem BAŞ, Hacettepe Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Ruhan KARADAĞ, Adıyaman Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Salim PİLAV, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Sayım AKTAY, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Seçil KARTOPU, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Sevgi ÖZGÜNGÖR, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Sibel KAYA, Kocaeli Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Süleyman Erkam SULAK, Ordu Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Şahin ŞİMŞEK, Kastamonu Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Ufuk YAĞCI, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Vesile ALKAN, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Yalçın BAY, Anadolu Üniversitesi, Türkiye

The Journal of Limitless Education and Research, Volume 8, Issue 3

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi, Cilt 8, Sayı 3

Dr. Öğr. Üyesi Banu ÖZDEMİR, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Emel GÜVEY AKTAY, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Hasan Hüseyin MUTLU, Ordu Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Üzeyir SÜĞÜMLÜ, Ordu Üniversitesi, Türkiye

Dr. Bağdagül MUSSA, University of Jordan, Jordan

Dr. Düriye GÖKÇEBAĞ, University of Cyprus, Language Centre, Kıbrıs

Dr. Erdost ÖZKAN, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Dr. Feride HATİBOĞLU, University of Pennsylvania, USA

Dr. Hanane BENALI, American University of the Middle East (AUM), Kuwait

Dr. Ulaş KAYAPINAR, American University of the Middle East (AUM), Kuwait

Dr. Nader AYİSH, Khalifa University of Science and Technology, UAE

The Journal of Limitless Education and Research, Volume 8, Issue 3

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi, Cilt 8, Sayı 3

Bu Sayının Hakemleri (Referees of This Issue)

Prof. Dr. Umut SARAÇ, Bartın Üniversitesi

Doç. Dr. Ahmet BAŞKAN, Hitit Üniversitesi

Doç. Dr. Aysun Nüket ELÇİ, Dokuz Eylül Üniversitesi

Doç. Dr. Emrah BOYLU, Bartın Üniversitesi

Doç. Dr. Gülden TÜM, Çukurova Üniversitesi

Doç. Dr. İbrahim Halil YURDAKAL, Pamukkale Üniversitesi

Doç. Dr. Serpil ÖZDEMİR, Bartın Üniversitesi

Doç. Dr. Süleyman Erkam SULAK, Ordu Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ERDEMİR, Kastamonu Üniversitesi

The Journal of Limitless Education and Research, Volume 8, Issue 3

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi, Cilt 8, Sayı 3

Dear Readers,

We are delighted to present you the November 2023 issue of the Journal of Limitless Education and Research.

The aim of our Journal, which has been published continually by the Limitless Education and Research Association (SEAD) since 2016, is to contribute scientifically to the field of education and research. For this purpose, priority is given to publishing theoretical and applied studies and sharing scientific information at national and international level.

The Limitless Journal of Education and Research is published three times a year, scanned in various national and international indexes, and receives numerous citations. Our Journal with an impact factor of 0.5 in SOBIAD 2021 is among the first 90 journals published in our country.

SEAD Journal is published with the scientific contributions and support of academicians working in Turkey and abroad, such as articles, research and projects. Our journal has been publishing for eight years without compromising its academic and scientific quality. We would like to thank all the editors, writers, referees and translators who contributed to the preparation and publication of our journal.

In this issue of our journal, as in other issues, four scientific research and articles related to education are included. These studies are presented in two languages, Turkish and English.

We hope that our journal will make significant contributions to the field of education and research. With our best regards.

LIMITLESS EDUCATION AND RESEARCH ASSOCIATION

The Journal of Limitless Education and Research, Volume 8, Issue 3

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi, Cilt 8, Sayı 3

Değerli Okuyucular,

Sizlere Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisinin Kasım 2023 sayısını sunmaktan mutluluk duyuyoruz.

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Derneği (SEAD) tarafından 2016 yılından bu yana kesintisiz olarak yayınlanan Dergimizin amacı, eğitim ve araştırma alanına bilimsel yönden katkı sağlamaktır. Bu amaçla kuramsal ve uygulamalı çalışmaları yayınlamaya, bilimsel bilgileri ulusal ve uluslararası düzeyde paylaşmaya öncelik verilmektedir.

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi, yılda üç sayı olarak yayınlanmakta, çeşitli ulusal ve uluslararası indekslerde taranmakta ve çok sayıda atıf almaktadır. SOBİAD 2021 yılı etki faktörü 0,5 olan Dergimiz, ülkemizde yayınlanan ilk 90 dergi arasında yer almaktadır.

SEAD Dergisi, yurt içi ve yurt dışında görevli akademisyenlerin makale, araştırma, proje gibi bilimsel katkı ve destekleriyle yayınlanmaktadır. Akademik ve bilimsel kalitesinden ödün vermeden sekiz yıldır yayın hayatını sürdürmektedir. Dergimizin hazırlanması ve yayınlanmasında emeği geçen bütün editör, yazar, hakem ve çevirmenlere teşekkür ediyoruz.

Dergimizin bu sayısında diğer sayılarda olduğu gibi eğitimle ilgili dört bilimsel araştırma ve makaleye yer verilmiştir. Bu çalışmalar Türkçe ve İngilizce olarak iki dilde sunulmuştur.

Dergimizin eğitim ve araştırma alanına önemli katkılar getirmesini diliyoruz. Saygılarımızla.

SINIRSIZ EĞİTİM VE ARAŞTIRMA DERNEĞİ

The Journal of Limitless Education and Research, Volume 8, Issue 3

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi, Cilt 8, Sayı 3

TABLE OF CONTENTS

İÇİNDEKİLER

Article Type: Research
Makale Türü: Araştırma

Fatma KIRMIZI, Hilal BOZOVALI, Emre CİNGÖZ, Mihriban HİRA

Teacher Perspectives on the Challenges Faced by Immigrant Students in the Initial Literacy Learning Process

Göçmen Öğrencilerin İlk Okuma Yazma Öğrenme Sürecinde Karşılaştıkları Sorunlara İlişkin Öğretmen Görüşleri **348 - 399**

Çağın KAMIŞCIOĞLU

Modeling Approach in Particle Physics

Parçacık Fiziğinde Modelleme Yaklaşımı **400 - 433**

Esin YAĞMUR ŞAHİN, Süleyman AKTAR

An Investigation into Assessment Applications in Textbooks Used in Teaching Turkish as a Foreign Language Based on Spoken Production and Interaction Skills Outcomes

Yabancı Dil Olarak Türkçenin Öğretiminde Kullanılan Ders Kitaplarındaki Ölçme Uygulamalarının Sözlü Üretim ve Sözlü Etkileşim Becerileri Kazanımlarına Göre İncelenmesi **434 - 480**

Esin YAĞMUR ŞAHİN, Yüksel GÖKAKIN

The Status of Private Gökçeada Rum Schools Students' Knowledge about the Common Turkish-Greek Vocabulary

Özel Gökçeada Rum Okulları Öğrencilerinin Türkçe-Yunanca Ortak Söz Varlığını Bilme Durumları **481 - 499**

The Journal of Limitless Education and Research
Volume 8, Issue 3, 400 - 433

https://doi.org/10.29250/sead.1359657

Received: 13.09.2023 **Article Type:** Research **Accepted:** 12.11.2023

Modeling Approach in Particle Physics

Assoc. Prof. Dr. Çağın KAMIŞCIOĞLU, Ankara University, gunesc@ankara.edu.tr, 0000-0003-2610-6447

Abstract: Modeling is the heart of theory and the basis of the scientific approach. Modeling is an important tool in particle physics to represent, explain and introduce invisible entities to the scientific world. In the same vein, it contributes to the development of students' skills such as thinking, researching, understanding, questioning and predicting. Therefore, emphasis is placed on models and modeling in the field of physics. In the research, high school physics curriculums and textbooks were scrutinized to determine the status of the modeling approach in the field of particle physics in our country. At the end of the research, three learning outcomes related to modeling were identified, and in 30 learning outcomes, students were asked to give mathematical models and examine them. In only two learning outcomes related to particle physics, students were asked to explain models. In the examined MEB 12th grade high school and science high school physics textbooks, the modeling approach was not mentioned at all and very few activities were given. At the end of the research, it was suggested that in order to teach particle physics effectively, the modeling approach should be emphasized in high school physics curricula and textbooks, the number of modeling outcomes should be increased, methods that will improve students' scientific process skills should be applied, and the type and quantity of modeling activities should be increased.

Keywords: Model, Modeling approach, Particle physics, Textbook, Curriculum

Cited in: Kamışcıoğlu, Ç. (2023). Modeling approach in particle physics, Parçacık fiziğinde modelleme yaklaşımı. *The Journal of Limitless Education and Research, Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi, 8*(3), 400-433. https://doi.org/10.29250/sead.1359657.

1. Introduction

Physics is a significant branch of science that investigates and contributes to the understanding of the order, events, and workings of the universe. It encompasses not only large entities like planets, satellites, and the sun but also particles such as atoms, electrons, and protons that are too small to be seen even with the most sensitive microscopes. Especially when studying atoms and subatomic particles, sensory organs prove insufficient. In such cases, advanced technological tools are utilized, and various models are constructed. Models play a crucial role in representing, explaining, and introducing entities that cannot be directly observed, making them an essential tool in the world of science. Therefore, physics places great emphasis on modeling and simulation.

Modeling is at the heart of theoretical physics, forming the foundation of the scientific approach. Various principles, laws, and concepts within the theory serve as sources for the modeling process. Experiments are conducted to reach the realities of the universe, observe events, and verify theories. Models are then created based on theoretical knowledge to facilitate the examination of existing phenomena, events, systems, and processes. Thus, modeling establishes a connection between theoretical and experimental domains. Prepared models help concretize and visualize theoretical knowledge, making it comprehensible. For these reasons, model and simulation are indispensable in scientific research.

1.1. What is Model?

The concept of a model is quite complex, encompassing various meanings that may differ according to authors and fields. In the current Turkish Dictionary;

- *"The object or person that is attempted to be imitated while painting, sculpting, etc.; example, an object or person with a characteristic, the first example produced for the introduction or trial of a designed product" is given as different meanings (TDK, 2023).*

In foreign sources, a model is described as;

- *"A simple representation of a physical event or system. This representation allows demonstrating its function, analyzing some aspects, explaining, and predicting," (Combes, 2010).*

- *"A representation of reality, an official representation of a problem, process, or idea. Therefore, a model is never a complete copy but a clarified, refined image, often a simplified representation" (Dubois, 2017).*

- *"A whole of systems that represent an event, object, and thought" (Gilbert et al., 2000).*

• "A structure that allows understanding the formation, behaviors, and developmental process of objects and making predictions about them. We can visualize, enrich, and expand them in our minds" (Harrison, 2001).

As seen, a model is a simple representation of an event or existence that is to be explained. These can take the form of pictures, models, maps, visuals, mathematical formulas, geometric shapes, graphs, diagrams, physical objects, or events. The event or existence represented by the model is defined as the target. The purpose of the model is to provide a clear explanation and understanding of the target. It is not necessary for the model to closely resemble the target; what matters is its successful explanation, as in the analogy of Thomson's Atomic Theory with a plum pudding.

In physics, the concept of a model is considered as "a tool representing a series of events and facilitating their easy understanding". Concrete objects or visuals such as drawings, diagrams, charts, models, etc., are added to the model to give it tangible characteristics, creating simple representations through analogy (Bachelard, 1979). The model is also a mental structure attempting to explain an event or reality. It involves materializing models conceived in the mind related to reality, serving as the foundation for the scientific approach. Processes such as observing, predicting, questioning, designing in the mind, measuring, and verifying are essential for models (Giere, 2004).

In summary, a model is an object that takes the place of a complex reality, serving as a concrete shape, visual representation, system of equations, educational communication tool, and unique design with formal features. It is a mental structure created through cognitive processes involving thinking, questioning, predicting, examining, and comparing (Chemin, 2004). Thus, it facilitates the transition from abstract to concrete and vice versa in the mind. The model also serves a communicative function, delivering educational messages to students and influencing them visually, formally, and in terms of color. This facilitates a quicker and easier understanding of the targeted event or phenomenon (Hasni, 2010). Additionally, using models in the educational process tends to be more straightforward than dealing with the actual events they represent.

1.2. Specifications and Functions

For an object or image to qualify as a model, it needs to possess certain characteristics from a scientific perspective. These include being relevant and consistent with the object it represents, being explanatory and predictive, and being suitable for experimentation, among

others. Additionally, it is anticipated that a model should have at least four fundamental features (Roy & Hasni, 2014).

- ***A model is a simplified representation.*** Many authors and researchers in the field emphasize its representational feature. The model is defined as the "simplified representation of an idea, object, event, process, or system in the real world" (Bachelard, 1979; Bunge, 1974-1989; Justi & Gilbert, 2000; Giere, 2004).

- ***An event can be represented by multiple models.*** Each has its own limitations. Sometimes different models may be required to provide a detailed explanation of an event. Conversely, a model might represent events with very few connections between them. For example, in physics, the spread of heat and the movement of objects can be explained using the same mathematical models (Halloun, 2006; Robardet & Guillaud, 1997).

- ***A model serves as the intermediary between theory and events.*** The function of a model is to represent, predict, and explain an event, drawing on information from the theoretical field. Theoretical principles, laws, and concepts exist in the theoretical domain, while factual events exist in the experimental domain, the area where scientists observe. The model resides between these two domains, aiming to make abstract information from theory tangible, visible, and understandable, facilitating the easy comprehension of the theory (Martinand, 1992, 1994; Tiberghien, 1994; Walliser, 1977).

- ***Models are continually developed.*** Scientific models undergo constant evaluation, testing, and refinement based on new information. Through these processes, consensus models emerge—models accepted and agreed upon by many individuals. Scientific models are those "accepted and agreed upon by scientists based on formal experimental confirmations" (Gilbert et al., 2000). For instance, years ago, a model resembling the solar system, with a nucleus in the center and electrons orbiting around it, was proposed for the internal structure of an atom. However, as knowledge about the internal structure of atoms increased over time, this model was modified and developed.

There are various types of models. Von Bertalanffy (1973) categorizes them into physical and conceptual models, while Robardet and Guillaud (1997) deduce them as physical and symbolic models. Physical models are scaled or analogical representations that transform facts into tangible forms. For example, models depicting how the heart functions in biology fall into this category. Symbolic models, on the other hand, are models written in the language of mathematics. Mathematical equations used in physics, formulas defining the linear motion of

objects, and similar examples fall into this group (Robardet & Guillaud, 1997). In another study, models are divided into explanatory and predictive models. A physical system is considered an explanatory model, while a mathematical system is considered a predictive model (Chemin, 2004). Explanatory models describe processes and operations that concretely represent observed events, acting as stand-ins for other objects and facilitating the quick exploration of an event. Predictive models, on the other hand, use a set of mathematical equations and formulas to explain a phenomenon. Examples include particle models and cosmological models in physics.

As for functions, the primary functions of a model align explaining the represented target, ensuring understanding, predicting, calculating, modifying, formulating, communicating, and making the difficult to define conceivable. However, it is not necessary for all these functions to be present simultaneously and in the same model. Different models serve different functions, generally fulfilling at least one of the functions of explanation or prediction (Chemin, 2004).

Willet (1996) highlights four functions of a model. The first is the regulatory function. The model structures the relationships between concepts, observations, and data to represent an event. It organizes information and makes it systematic. The second is the exploratory function. The model reveals new facts and theories, offering new explanations and serving the function of discovery. The third is the predictive function. The model contributes to predicting an outcome or behavior more clearly and precisely. The fourth is the evaluative function. The model helps measure and interpret data related to a phenomenon (Willet, 1996). In the modeling process, the expectation is to produce models with these characteristics and functions.

1.3. What is Modeling?

A model is a "product" that conceptually replaces a reality. Modeling, on the other hand, is a "process," a series of steps and procedures involving creating a model. In other words, modeling consists of the scientific processes applied to create a model (Justi & Gilbert, 2002). In the modeling process, based on known information, an unknown target or event is simplified and made understandable. The processes of modifying and improving an existing model are also carried out in a similar manner. Modeling approach or model method is a model-focused scientific approach used in education and other applications (Chemin, 2004). The modeling approach is widely used in various fields such as education, natural sciences, and engineering.

Modeling is observed wherever individuals try to understand, interpret, predict, and analyze events in their environment. People create mental models based on realities in the

world, and later convey these models to others using symbols, schemas, formulas, etc. This occurs in scientific studies and especially in the field of physics, where various models are used to make the world understandable. The modeling process begins with defining and analyzing the facts (Martinand, 1992). For this, a breakdown of the target event is made because the real event can be too complex to be taken as a whole at once. In such cases, only specific factors or aspects are considered. For example, if the modeling process focuses on the charge of fundamental particles, the mass and size of particles may not be taken into account.

Modeling has two purposes. The first is to visualize and concretize educational practices. In this regard, it becomes a significant activity contributing to the development of students' scientific process skills. The second purpose is to enhance theoretical and applied studies in the field of natural sciences (physics and chemistry) (Vince, 2021). Understanding and modeling a physics event is equally important. The processes of understanding and modeling are inseparable. Modeling is not just about relying on experimental processes; it also means trying to understand what the event is. Modeling a process involves defining it with scientific equations and formulas. Thus, modeling is not only about creating visual objects and developing mathematical formulas and equations but also requires a thorough understanding of the event. Hence, both theoretical and applied studies are advanced (Hasni, 2010).

Modeling is the most effective way to represent reality. In the field of physics, various events, such as the flow of electric current in a circuit, the reflection of light, and the transmission of heat, are imperceptible. To explain these to students effectively, visuals, diagrams, or graphs are drawn. Additionally, a series of equations or formulas is developed to describe an event in a repeatable manner. Thus, various models representing reality are prepared. In this process, hypotheses are first formed about objects that will best represent reality. Then, reasoning is applied to the model. Modeling challenges students to reason about events, thoughts, ideas, and mental models. It encourages them to transition from concrete operations to abstraction (Chemin, 2004). In this way, modeling lays the foundation for the production of scientific knowledge and technology.

1.3.1. Modeling Approach

Modeling is a model-focused scientific approach that aims to equip students with modeling knowledge and skills by focusing on the process and stages of model creation. It is included in the education programs of many countries, such as Germany, France, and Canada. In this approach, the processes and procedures of model creation are central, with a focus on

both theoretical and experimental studies. The theoretical realm represents the abstract world, while the experimental realm represents the concrete world. During modeling, a connection is established between the theoretical and experimental realms. The modeling process is cyclically considered, involving interactions between the theoretical and experimental realms. Emphasis is placed on activities such as explanation, understanding, questioning, representation, and interpretation in both realms. Predictions are made and tested on the model representing reality, and it is refined accordingly (Dubois, 2017; Robardet & Guillaud, 1997; Walliser, 1977).

To define the detailed processes and stages of the modeling approach, various studies have been conducted. Many experts in the field, such as Justi and Gilbert (2002), Martinand (1996), Tiberghien (1994), and Walliser (1977), have identified certain stages that are widely accepted. For example, Martinand (1996) proposes a modeling schema for physics. This schema suggests three-stage processes in modeling, namely cognitive matrix, representation selection, and experimental domain. These processes are tailored to the student's learning process, beginning with activities targeting the student's cognition to ensure a thorough understanding of the theory, followed by the selection of an appropriate representation, and finally testing the model in the experimental domain (Martinand, 1994, 1996).

A similar study was conducted by Justi and Gilbert (2002), in which the modeling approach is discussed and listed in three stages;

1. Determining the characteristics between the model and the target,

2. Identifying relationships and developments among components in a system,

3. Explaining and predicting an idea through simple representations (Justi & Gilbert, 2002).

Another widely accepted study was conducted by Walliser (1997), presenting a four-stage modeling approach. It involves numerous developments and interactions between the theoretical and experimental realms during modeling. In this approach, draft models developed based on the theoretical realm are gradually constructed using existing models. Subsequently, the models are validated in the experimental domain (Walliser, 1997). The modeling approach schema is illustrated in Figure 1.

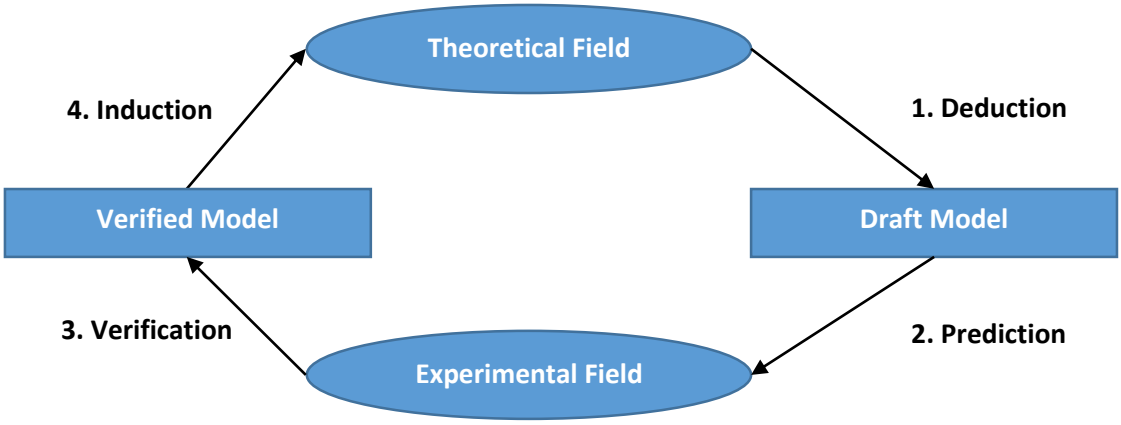


Figure 1. Modeling Approach (Walliser, 1997)

1. Deduction: In this stage, theoretical knowledge is examined, questioned, and a situational proposal is made for analysis. Subsequently, a draft model containing observable and testable variables is created. In other words, hypotheses are formulated.

2. Prediction: Data from the draft model is scrutinized. Experiments are designed to test the draft model and predict events.

3. Verification: This stage involves using and defining the data. Based on experimental results, the model is validated. The values calculated in the model are compared with the values measured in the experiment. This comparison forms a fundamental test for the validity of the model.

4. Induction: The theoretical interpretation of the data is performed after verification. Differences between the verified model and the draft model are examined. Based on the obtained results, modifications are made to the initial draft model. This cycle continues in induction and other stages (Dubois, 2017; Walliser, 1997).

As seen, in the modeling approach, the model is used as a tool to explain reality. With this cyclical process, models are consecutively validated, replacing or improving the previous ones. Modeling is a crucial approach for physics education.

1.3.2. Application in Physics

Modeling represents the stages and results followed by scientists to produce new products such as theories, laws, principles, and formulas. Abstract concepts in physics, such as the dimensions and existence of the universe, electric and magnetic fields, the fact that matter consists of structures too small to be directly observed, limitations of our sensory organs, and

insufficient knowledge and technologies, complicate to investigate certain phenomena. In such cases, models are used, making the modeling approach crucial in physics (Roy & Hasni, 2014). Modeling contributes to concretizing abstract concepts. Explaining an atom by drawing a picture is more effective since it cannot be directly observed (Combes, 2010).

It is well-known that models play an indispensable role in science. While attempting to represent, explain, and predict realities on one hand, they also structure theories on the other. Halloun (2007) draws an interesting analogy on this matter. He explains that, just as the atom is to matter and fundamental particles, the model is to theory and scientific concepts. Therefore, while fundamental particles (electrons, protons, neutrons) constitute matter, the atom, resulting from their interactions, explains the structure of matter. Similarly, a model is what makes a theory internally consistent and logical, emerging from the organization of concepts and laws (Halloun, 2007). Hence, modeling becomes more crucial for particle physics, which examines particles at and below the atomic level.

Modeling in physics has two significant benefits. Firstly, most physics theories are too difficult, complex, and mathematical to be taught in middle and high school. Therefore, it is easier to teach theories using simplified models and explain them later with general knowledge. Secondly, it contributes to examining the complex relationships of objects and properties in the experimental field. The model is presented as a consistent theoretical structure that interprets and predicts physical events examined in the experimental field. However, traditional physics education teaches concepts and laws one by one to students without including modeling. Therefore, the modeling approach should be considered for effective physics education. Modeling is crucial for developing a scientific perspective in students (Dubois, 2017; Roy & Hasni, 2014).

The modeling approach allows students to take an active role in their learning process. It provides benefits such as research, inquiry, collaboration with other students, and active learning. It contributes to understanding the concept of a model. As the grade level progresses, students learn more detailed models. Students who do not understand the concept of a model may confuse it with reality. On the other hand, textbooks rarely comment on most models and do not explain the information they convey. Very little information is provided about the selection of representations, and sometimes no information or rationale is given. Therefore, teachers need to have sufficient knowledge and skills in modeling and apply them in the classroom. The modeling approach helps students move away from biased and intuitive

thinking, directing them towards scientific thinking, attitudes, and behavior (Combes, 2010; Roy & Hasni, 2014).

Modeling is an important approach for relating the principles and methods of physics to everyday life, problem-solving, obtaining data through experiments, making inferences, interpreting, and producing scientific knowledge. This approach holds a special significance in particle physics, which investigates invisible entities. The modeling approach is essential for teaching the theory, law, research, and experiments of particle physics to future generations. This research has emerged from such a need. The study aimed to answer the question, "What is the status of the modeling approach in particle physics in our country?" To achieve this, modeling approaches, application methods, and modeling activities in high school physics teaching programs and textbooks were examined.

2. Method

In the research, the document analysis method, one of the qualitative research methods, was chosen. Document analysis is a research method used to meticulously and systematically analyze the content of written documents (Wach & Ward, 2013). Following this methodological approach, scientific sources, journals, and internet resources related to particle physics were first scanned. Researches, experiments, documents from international organizations such as CERN, publications, and reports related to the field were reviewed. In order to determine the status of the modeling approach in particle physics in our country, the 2018 High School Physics Course (grades 9, 10, 11, and 12) Curriculum and the Science High School Physics Course (grades 9, 10, 11, and 12) Curriculum were examined (MEB, 2018a, 2018b). Then, the 4th unit of the senior high school physics textbooks taught by the Ministry of National Education in the 2019-2020 academic year, which covers the Introduction to Atomic Physics and Radioactivity, was analyzed. Since all of these were included in the research, there was no need for sampling. The data were listed in a Word document as program outcomes, textbooks, methods and techniques, and activities, with necessary explanations, relevant tables were created, and the findings were interpreted sequentially.

3. Findings

The findings obtained at the end of the research are presented under the titles "High School Physics Course Curriculum and High School Physics Course 12th Grade Textbooks."

3.1. High School Physics Course Curriculum

In order to determine the status of the modeling approach in the field of particle physics in our country, the Ministry of National Education 2018 High School Physics Course Curriculum (for grades 9, 10, 11, and 12) and the Physics Course Curriculum for Science High Schools (for grades 9, 10, 11, and 12) were examined (MEB, 2018a, 2018b). The Introduction and Explanations section of the curriculum does not mention topics such as the modeling approach, model construction, or model examination. Therefore, the outcomes in both programs were examined sequentially. As a result of the examination, three ouctcomes related to model and modeling were identified, and these are provided in Table 1.

Table 1.
Learning outcomes related to modeling

Learning Outcomes Related to Model	**Number**	
	Highschool	**Science High School**
Explains the behavior models of light.	1	1
Designs a prism model.	-	1
Designs a new solar system model.	-	1
Total	1	3
Total number of outcomes in the curriculum.	**213**	**236**

As seen in Table 1, the Secondary School Physics Curriculum contains 1 (one) outcome, while the Science High School Physics Curriculum includes 3 (three) outcomes. These constitute only 1% of all the outcomes in the curriculum. This ratio is deemed highly insufficient in terms of enhancing students' scientific process skills. Subsequently, explanations regarding how all the outcomes in the curricula should be taught were examined. Information related to modeling in these explanations is presented in Table 2.

Table 2.
Outcome explanations related to modeling

Outcome explanations related to modeling	**Number**	
	Highschool	**Science High School**
Designing a model	-	3
Deriving a mathematical model	9	8
Providing a mathematical model	18	22
Examining mathematical models	1	-
Total	28	33
Number of outcomes in the curriculum	**213**	**236**

As seen in Table 2, explanations related to modeling are provided for 28 objectives in the High School Physics Curriculum, and 33 objectives in the Science High School Physics Curriculum. These figures constitute only 13% of all objectives in the curriculum and are numerically insufficient. Most of the outcome explanations related to modeling are associated

with "providing mathematical models," followed by "extracting mathematical models" in terms of quantity. The design of models is addressed in three outcome explanations in the Science High School Physics Curriculum. These explanations have been deemed inadequate in terms of effectively teaching physics to students and imparting scientific thinking, perspective, and attitude. Now, what is the situation regarding modeling in the field of particle physics in the programs? To answer this question, the outcome explanations in the Introduction to Atomic Physics and Radioactivity Unit in physics teaching programs have been examined. The findings are presented in Table 3.

Table 3.
Introduction to Atomic Physics and Radioactivity Unit outcome explanations

Outcome explanations related to model	**Number**	
	High School	**Science High School**
Ensuring students to define subatomic particles within the framework of the standard model	1	1
Ensuring the explanation of the formation of matter through modeling, starting from subatomic particles.	-	1
Total	1	2
Total number of outcomes in the unit	**11**	**13**

As observed in Table 3, the 2018 High School Physics Curriculum includes 11 objectives in the Introduction to Atomic Physics and Radioactivity Unit, while the Science High School Physics Curriculum comprises 13 objectives for the same unit. None of these objectives mention modeling. Only in two outcome explanations, there is a request to model and describe subatomic particles. This situation reveals a preference for traditional teaching methods rather than teaching the complex and mathematical field of events that are not visible, such as particle physics.

In conclusion, it has been determined that three outcomes in High School Physics Teaching Programs address modeling, with an emphasis on mathematical modeling and examination in an average of 30 objective explanations. In the objectives related to particle physics in the Introduction to Atomic Physics and Radioactivity unit, only two outcomes touch upon modeling. This situation is found to be highly inadequate for developing scientific process skills in students through effective physics education.

3.2. High School Physics Course 12th Grade Textbooks

Particle physics is addressed in the 12th-grade program of the High School Physics Course under the unit "Introduction to Atomic Physics and Radioactivity." Therefore, in the research,

the relevant units of the physics teaching textbooks used in high schools and science high schools, prepared by the Ministry of National Education and taught in the 12th grade during the 2019-2020 academic year, have been examined. The information in the mentioned unit has been analyzed in terms of "modeling approach methods and techniques, and modeling activities." The findings obtained are presented in Table 4.

Table 4.
Textbooks Introduction to Atomic Physics and Radioactivity Unit

Introduction to Atomic Physics and Radioactivity Unit	**Number**	
	High School Physics T.	**Science High S. Physics T.**
Model images	16	9
Explanations related to modeling	9	9
Experimental setup images	2	5
Total	27	23
Total number of pages in the unit	**41**	**55**

The unit "Introduction to Atomic Physics and Radioactivity" occupies 41 pages in the high school physics teaching textbook and 55 pages in the physics teaching textbook for science high schools. As seen in Table 4, in the physics teaching textbooks prepared by the Ministry of National Education (MEB) and used in 12th-grade classes in both regular high schools and science high schools, the modeling approach is presented in the form of model images, explanations related to modeling, and experimental setup images. In other words, the textbooks predominantly contain model images and explanations related to modeling. Generally, widely accepted and agreed-upon models are provided, and there is no commentary on these models and the information they convey. The process of modeling to enhance students' scientific knowledge and skills are not discussed. The modeling activities provided in the textbooks have also been examined, and the findings are presented in Table 5.

Table 5.
Modeling activities in the Introduction to Atomic Physics and Radioactivity Unit

Introduction to Atomic Physics and Radioactivity Unit	**Number**	
	High School Physics T.	**Science High S. Physics T.**
Model description activity	8	-
Model observation activity	4	-
Model calculation activity	2	2
Graph drawing activity	2	1
Model research activity	2	-
Model drawing activity	-	2
Model making activity	-	1
Total	18	6
Total number of pages in the unit	**41**	**55**

As seen in Table 5, in the unit "Introduction to Atomic Physics and Radioactivity," 18 modeling activities are provided in regular high school textbooks, while science high school textbooks include only 6 modeling activities. These activities are categorized as model description, observation, calculation, drawing graphs, research, drawing pictures, and creating models. It is evident that the number of modeling activities is significantly insufficient in numerical terms, with the majority consisting of model description and observation activities. With such a limited number of activities, it is concluded that students may find it challenging to develop research, inquiry, investigation, and critical thinking skills as well as generate functional projects, original designs, and inventions.

4. Conclusion and Suggestions

Physics is an important science which has contributions to understanding events in the universe. For this reason, systematic theoretical and experimental studies are carried out in the field. Advanced technological tools and models are utilized when examining invisible particles such as atoms and subatomic particles in these studies. The modeling approach is included in the education programs of many countries such as Germany, France, and Canada. It is a significant tool for representing, explaining, and contributing to the scientific world the existence of entities that cannot be directly observed. At the same time, it contributes to the development of students' scientific process skills such as thinking, researching, questioning, and predicting. Therefore, models and modeling are crucial in the field of physics.

In our country, a study was conducted to determine the status of the modeling approach in the field of particle physics, examining high school physics teaching programs and textbooks. First, the outcomes related to modeling in high school physics teaching programs were identified. At the end of the research, 1-3 outcomes related to modeling were found in the programs. These outcomes, constituting only 1% of all outcomes in the program, were deemed highly insufficient to develop scientific process skills in students. Among the 30 outcome explanations in the program, there was a specific emphasis on providing mathematical modeling to students. In the 12^{th}-grade unit Introduction to Atomic Physics and Radioactivity, which focuses on particle physics, there was no mention of modeling in any of the 11-13 outcomes. Only in two outcome explanations students were asked to explain models.

Similar situations are observed in physics textbooks. The textbooks for the 12^{th} grade high school and science high school physics courses, prepared by the Ministry of National Education (MEB), provide model images, explanations related to modeling, and experimental

setup images in the unit "Introduction to Atomic Physics and Radioactivity." However, there is no mention of the modeling approach. In this unit, 18 modeling activities are provided in regular high school textbooks, while science high school textbooks include only 6 modeling activities. These activities include model description, observation, calculation, drawing graphs, research, drawing pictures, and creating models, with most of them being model description and observation activities. With so few activities, it is concluded that it may be challenging for students to develop research, inquiry, investigation, and critical thinking skills, as well as generate functional projects, original designs, and inventions.

The results obtained in the study align with the research findings provided below. For instance, in a study conducted by Süzer (2017), physics teaching programs in Germany, England, and Turkey, along with physics textbooks at the high school level in these countries, were compared. The comparison and research outcomes led to the conclusion that the high school physics teaching program and textbooks in Turkey were inadequate (Süzer, 2017).

In another study by Aytekin (2018), the models and analogies in the 9th-grade Physics textbook (Secondary School 9th Grade Physics) taught in schools affiliated with the Ministry of National Education were examined, particularly in the "Electricity and Magnetism" unit. The research revealed that the models and analogy examples used in the 9th-grade physics textbook, in the Electricity and Magnetism unit, were insufficient. Physics teachers were found unable to use appropriate model and analogy examples, even when needed, due to a lack of availability. The study concluded that to address the problem of physics teachers not finding suitable models and analogies, textbooks should include an adequate number of model-analogy examples, and teachers should make greater use of models and analogies in explaining topics involving challenging and abstract concepts (Aytekin, 2018).

In a research study conducted by Aktan et al. (2019), the inclusion of the concepts of model and modeling in the renewed 2017 science education programs and textbooks in our country was examined. The examined programs mentioned the concepts of model and modeling but did not delve into scientific models and their role in the scientific process. It was observed that modeling studies generally focused on physical and scaled models, while theoretical, conceptual, and mathematical models were not addressed. The conclusion drawn from the study was that the new 2017 science education programs and textbooks were inadequate in terms of the concepts of model and modeling (Aktan et al., 2019).

In the study conducted by Dülger and Ogan-Bekiroğlu (2023), the effectiveness of physics textbooks approved by the Ministry of National Education was thoroughly examined both holistically and under different categories. The examined high school physics textbooks were found to not fully fulfill the expected role in student learning and teacher instructional practices, with content identified as the weakest category among physics textbooks. Various deficiencies in the textbooks were underlined (Dülger & Ogan-Bekiroğlu, 2023).

As a result, for the effective teaching of particle physics, emphasis should be given to the modeling approach in high school physics teaching programs and textbooks. The number of outcomes related to modeling should be increased in the curriculum. To enhance students' scientific process skills, methods such as research, inquiry, prediction, experimentation, observation, testing, and model verification should be applied in the modeling process. Explanations related to the modeling approach should be provided in textbooks, and the type and number of modeling activities should be increased. This way, students can transition from concrete to abstract concepts, and they can be directed towards scientific knowledge and technology production.

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

The author declares that there is no conflict of interest in this study.

RESEARCH AND PUBLICATION ETHICS STATEMENT

The author declares that research and publication ethics are followed in this study.

AUTHOR LIABILITY STATEMENT

The author declares that she has done every step of this work herself.

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi
Cilt 8, Sayı 3, 400 - 433

https://doi.org/10.29250/sead.1359657

Gönderilme Tarihi: 13.09.2023 **Makale Türü:** Araştırma **Kabul Tarihi:** 12.11.2023

Parçacık Fiziğinde Modelleme Yaklaşımı

Doç. Dr. Çağın KAMIŞCIOĞLU, Ankara Üniversitesi, gunesc@ankara.edu.tr, 0000-0003-2610-6447

Özet: Modelleme teorinin kalbi, bilimsel yaklaşımın temelidir. Modelleme parçacık fiziğinde gözle görülmeyen varlıkları temsil etmek, açıklamak ve bilim dünyasına kazandırmak için önemli bir araç olmaktadır. Aynı zamanda öğrencilerin düşünme, araştırma, anlama, sorgulama, tahmin etme gibi becerilerini geliştirmeye katkı sağlamaktadır. Bu nedenle fizik alanında model ve modelleme üzerinde önemle durulmaktadır. Araştırmada ülkemizde parçacık fiziği alanında modelleme yaklaşımının durumunu belirlemek için lise fizik öğretim programları ile ders kitapları incelenmiştir. Araştırma sonunda fizik öğretim programlarında modelleme ile ilgili üç kazanım saptanmış, 30 kazanımın açıklamasında ise öğrencilere matematiksel modeller verilmesinin önerildiği görülmüştür. Parçacık fiziği ile ilgili sadece iki kazanımda öğrencilere model açıklaması verilmiştir. İncelenen MEB 12. sınıf lise ve fen lisesi fizik dersi kitaplarında ise modellemeden yeterince bahsedilmemiş ve çok az etkinlik verilmiştir. Araştırma sonunda parçacık fiziğinin etkili öğretilmesi için lise fizik öğretim programları ve ders kitaplarında modelleme yaklaşımına ağırlık verilmesi, modelleme ile ilgili kazanım sayısının artırılması, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi için modelleme etkinliklerinin tür ve sayısının artırılması önerilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Model, Modelleme yaklaşımı, Parçacık fiziği, Ders kitabı, Program

Künyesi: Kamışcıoğlu, Ç. (2023). Modeling approach in particle physics, Parçacık fiziğinde modelleme yaklaşımı. *The Journal of Limitless Education and Research, Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi, 8*(3), 400-433. https://doi.org/10.29250/sead.1359657.

1. Giriş

Fizik evrendeki düzen, olaylar ve doğanın işleyişini inceleyen, araştıran ve anlaşılmasına katkı sağlayan önemli bir bilim dalıdır. Gezegenler, uydular, güneş gibi büyük varlıkların yanı sıra en duyarlı mikroskoplarla bile görülemeyen atom, elektron, proton gibi parçacıklar da fizik biliminin konu alanı içerisindedir. Özellikle atom ve atom altı parçacıklarını incelerken duyu organları yetersiz kalmaktadır. Böyle durumlarda gelişmiş teknolojik araç ve gereçlerden yararlanılmakta, aynı zamanda çeşitli modeller oluşturulmaktadır. Modeller, doğrudan gözle görülmeyen varlıkları temsil etmek, açıklamak ve bilim dünyasına kazandırmak için önemli bir araç olmaktadır. Bu nedenle fizik alanında model ve modellemeye geniş yer verilmektedir.

Modelleme teorinin kalbi, bilimsel yaklaşımın temelidir. Teorinin içinde çeşitli ilke, yasa ve kavramlar yer almaktadır. Bunlar modelleme işlemine kaynaklık etmektedir. Evrendeki gerçeklere ulaşmak, olayları gözlemlemek ve doğrulamak için deneyler yapılmaktadır. Bunun için teorik alandaki bilgilerden hareketle modeller oluşturulmaktadır. Modeller mevcut olgu, olay, sistem ve süreçleri daha kolay incelemeyi sağlamaktadır. Böylece modelleme ile teorik ve deneysel alan arasında bağ kurulmaktadır. Hazırlanan modellerle teorik dünyadaki bilgiler somutlaştırılmakta, görselleştirilmekte ve anlaşılır duruma getirilmektedir. Bu nedenle bilimsel çalışmalarda model ve modelleme kaçınılmaz olmaktadır.

1.1. Model Nedir?

Model oldukça karmaşık bir kavramdır. Bu kavramın içinde birbirinden farklı anlamlar vardır. Bunlar yazarlara ve alanlara göre değişmektedir. Güncel Türkçe Sözlükte;

• *"Resim, heykel vb. yapılırken baka baka benzetilmeye çalışılan nesne veya kimse; örnek, Bir özelliği olan nesne veya kişi, Tasarlanan bir ürünün tanıtım veya deneme amacıyla üretilen ilk örneği, gibi farklı anlamlarda verilmektedir"* (TDK, 2023).

Yabancı kaynaklarda model;

• *"Bir fizik olayı ya da sisteminin basit temsilidir. Bu temsil onun işlevini ortaya koymaya, bazı yönlerini analiz etmeye, açıklamaya ve tahmin etmeye izin verir"* (Combes, 2010).

• *"Gerçekliğin bir temsili, bir problemin, sürecin veya fikrin resmi bir temsilidir. Dolayısıyla model asla tam bir kopya değil, netleştirilmiş, rafine edilmiş bir görüntü, genellikle basitleştirilmiş bir temsildir"* (Dubois, 2017).

• *"Bir olayı, nesneyi ve düşünceyi temsil eden sistemler bütünüdür"* (Gilbert vd., 2000).

• "*Nesnelerin oluşumunu, davranışlarını ve gelişim sürecini anlama ve bunlara ilişkin öngörülerde bulunmayı sağlayan bir yapıdır*. *Bunları zihnimizde canlandırabilir, zenginleştirebilir ve genişletebiliriz"* (Harrison, 2001).

Görüldüğü gibi model, açıklanmak istenilen bir olay ya da varlığın basit bir temsilidir. Bunlar resimler, maketler, haritalar, görseller, matematik formülleri, geometrik şekiller, grafikler, şemalar, fiziksel nesne ya da olaylar şeklinde karşımıza çıkarlar. Modelin temsil ettiği olay ya da varlığa hedef denilmektedir. Modelin amacı hedefin iyi açıklanması ve anlaşılmasını sağlamaktır. Modelin hedefe ya da temsil ettiği olaya aynen benzemesi gerekmez. Önemli olan onu başarıyla açıklamasıdır. Thomson Atom Teorisinin üzümlü keke benzetilmesi gibi.

Fizikte model kavramı, *bir dizi olayı temsil eden ve onların kolay anlaşılmasını sağlayan araç*" olarak ele alınmaktadır. Modele somut özellikler kazandırmak için çizimler, diyagramlar, şemalar, maketler gibi somut nesne veya görseller ekleyerek, benzetme yoluyla basit temsiller yapılmaktadır (Bachelard, 1979). Model aynı zamanda bir olay ya da gerçekliği açıklamaya çalışan zihin yapısıdır. Gerçeklikle ilgili zihinde tasarlanan modellerin somutlaştırılmasıdır. Bu yönüyle bilimsel yaklaşımın temeli olmaktadır. Model için olgu ve olayları gözlemleme, tahmin etme, sorgulama, zihinde tasarlama, ölçme, doğrulama gibi işlemler zorunlu olmaktadır (Gière, 2004) .

Özetle model, somut bir şekil, görsel bir temsil, denklemler sistemi, eğitsel iletişim aracı ve karmaşık bir gerçekliğin yerini alan nesnedir. Kendine özgü tasarımı ve biçimsel özellikleri vardır. Model zihinsel işlemler sonucu oluşturulan bir zihin yapısıdır. Düşünme, sorgulama, tahmin etme, inceleme, karşılaştırma gibi çeşitli zihinsel işlemleri gerektirmektedir (Chemin, 2004). Böylece zihnin soyuttan somuta, somuttan soyuta geçişini kolaylaştırmaktadır. Model aynı zamanda iletişim işlevi görmektedir. Öğrencilere eğitsel içerikli mesajlar vermekte, onları görsel, biçimsel ve renk yönüyle etkilemektedir. Böylece hedeflenen olay ya da olgunun daha hızlı ve kolay anlaşılmasını sağlamaktadır (Hasni, 2010). Ayrıca eğitim sürecinde model kullanma, temsil ettiği gerçek olaydan daha kolay olmaktadır.

1.2. Özellik ve İşlevleri

Bir nesne ya da görselin model olabilmesi için bilimsel yönden bazı özellikler taşıması gerekmektedir. Bunların başında temsil ettiği nesneyle ilgili ve tutarlı olma, açıklayıcı ve tahmin edici olma, denemeye uygun olma vb. gelmektedir. Bunların yanında modelin en az dört temel özelliğe sahip olması öngörülmektedir (Roy & Hasni, 2014).

• ***Model basit bir temsildir***. Alandaki çoğu yazar ve araştırmacı modelin temsil özelliğine vurgu yapmaktadır. Modeli, "*gerçek dünyadaki bir fikrin, nesnenin, olayın, sürecin veya sistemin basitleştirilmiş temsilidir"* olarak tanımlamaktadır (Bachelard, 1979; Bunge, 1974-1989; Justi & Gilbert, 2000; Gière, 2004).

• ***Bir olay birden fazla modelle temsil edilebilir.*** Her modelin kendi içinde sınırları vardır. Bazen bir olayı ayrıntılı açıklamak için farklı modeller gerekebilir. Bunun için farklı modeller kullanılmaktadır. Bunun tersi bazen bir model aralarında çok az bağlantı olan olayları temsil edebilir. Örneğin fizikte ısının yayılması ve cisimlerin hareketi, aynı matematiksel modellerle açıklanabilir (Halloun, 2006; Robardet & Guillaud, 1997).

• ***Model, teori ile olay arasındaki nesnedir.*** Modelin işlevi bir olayı temsil etmek, tahmin etmek ve açıklamaktır. Bunun için teorik alandaki bilgilerden hareket edilir. Teorik alanda ilkeler, yasalar ve kavramlar vardır. Deneysel alanda olgu veya olaylar vardır. Bilim insanının gözlem yaptığı alandır. Model iki alan arasında yani teorik ve deneysel alan arasında yer almaktadır. Teorideki soyut bilgileri somutlaştırma, görülebilir ve anlaşılabilir hale getirme amacını taşımaktadır. Böylece teorinin kolay anlaşılmasını sağlamaktadır (Martinand, 1992, 1994; Tiberghien, 1994; Walliser, 1977).

• ***Model sürekli geliştirilir.*** Bilimsel modeller sürekli değerlendirilmekte, test edilmekte ve yeni bilgiler doğrultusunda geliştirilmektedir. Bu işlemler sonucunda uzlaşma sağlanan modeller ortaya çıkmaktadır. Bunlar tartışma ve denemeler sonucu çoğu kişi tarafından kabul edilen modellerdir. Bilimsel modeller ise "*resmi deneysel doğrulamalar sonucu bilim insanları tarafından kabul edilen ve uzlaşılan modellerdir*" (Gilbert vd., 2000). Örneğin yıllar önce atomun içyapısıyla ilgili güneş ve etrafında dönen gezegenlere benzeyen bir model oluşturulmuş, ortada bir çekirdek ve etrafında dönen elektronlar konulmuştur. Ancak zamanla atomun içyapısına ilişkin bilgiler çoğaldıkça bu model değiştirilmiş ve geliştirilmiştir.

Modelin çeşitli türleri vardır. Von Bertalanffy (1973), bunları fiziksel ve kavramsal modeller olarak ikiye ayırmaktadır. Robardet ve Guillaud (1997) ise fiziksel ve sembolik modeller demektedir. *Fiziksel modeller*, olguları somut temsillere dönüştüren ölçekli veya analojik modellerdir. Örneğin biyolojide kalbin nasıl çalıştığını gösteren modeller gibi. *Sembolik modeller* ise matematik diliyle yazılan modellerdir. Fizikte kullanılan matematiksel denklemler, nesnelerin doğrusal hareketini tanımlayan formüller vb. bu gruba girmektedir (Robardet & Guillaud, 1997). Bir başka araştırmada ise modeller açıklayıcı ve tahmine dayalı modeller olarak ikiye ayrılmaktadır. Fiziksel bir sistem ise açıklayıcı model, matematiksel bir sistem ise tahmin edici

model olmaktadır (Chemin, 2004). *Açıklayıcı modeller,* gözlemlenen olayları somut olarak temsil eden işlem ve süreçleri açıklamaktadır. Başka bir nesnenin yerine geçen modellerdir. Bir olayı hızlı bir şekilde keşfetmeyi sağlarlar. *Tahmine dayalı modeller* ise bir olguyu açıklayan ve bir dizi matematiksel denklem ve formüllerle yapılan modellerdir. Fizikte parçacık modelleri, kozmolojik modeller vb. buna örnektir.

İşlevlere gelince modelin temel işlevi; temsil edilen hedefi açıklama, anlaşılmasını sağlama, tahmin etme, hesaplama, değiştirme, formüle etme, iletişim kurma, tanımlanması zor olanı düşünülebilir hale getirme gibi sıralanmaktadır. Ancak bu işlevlerin hepsi aynı anda ve aynı modelde olması şart değildir. Farklı modellerde farklı işlevler bulunmaktadır. Genel olarak model açıklama veya tahmin etme işlevinden en az birini yerine getirmektedir (Chemin, 2004).

Willet (1996) ise modelin dört işlevine dikkat çekmektedir. Birincisi *düzenleme işlevidir.* Model kavramlar, gözlemler ve veriler arasındaki ilişkileri, bir olayı temsil edecek şekilde yapılandırır. Bilgileri düzenler ve sistemli hale getirir. İkincisi *keşfetme işlevidir.* Model yeni gerçekleri ve teorileri ortaya çıkarır, yeni açıklamalar sunar. Böylece keşfetme işlevini görür. Üçüncüsü *tahmin etme işlevidir.* Model bir sonucu veya davranışı daha net ve kesin olarak tahmin etmeye katkı sağlar. Dördüncüsü ise *değerlendirme işlevidir.* Model bir olguya ilişkin verileri ölçmeye ve yorumlamaya yardımcı olur (Willet, 1996). Modelleme sürecinde bu özellik ve işlevlere sahip modeller üretilmesi beklenmektedir.

1.3. Modelleme Nedir?

Model "*bir üründür*", kavramsal olarak bir gerçekliğin yerine geçer. Modelleme ise "*bir süreçtir*". Model oluşturmayı içeren adımlar ve işlemler dizisidir. Bir başka ifadeyle modelleme, model oluşturmak için uygulanan bilimsel işlemler olmaktadır (Justi & Gilbert, 2002). Modelleme sürecinde bilinen bilgilerden hareketle bilinmeyen bir hedef ya da olay basit ve anlaşılır duruma getirilmektedir. Mevcut bir modeli değiştirme ve geliştirme işlemleri de benzer şekilde yapılmaktadır. Modelleme yaklaşımı veya model yöntemi ise eğitim ve diğer uygulamalarda model kullanan, model odaklı bilimsel bir yaklaşımdır (Chemin, 2004). Modelleme yaklaşımı eğitim, fen bilimleri, mühendislik gibi çeşitli alanlarda yoğun kullanılmaktadır.

Modelleme, bireyin çevresindeki olayları anlamaya, yorumlamaya, tahmin etmeye ve çözümlemeye çalıştığı her yerde görülmektedir. İnsanlar dünyadaki gerçeklerden hareketle zihinsel modeller oluşturmaktadırlar. Daha sonra bu modelleri başkalarına semboller, şemalar, formüller vb. kullanarak aktarmaktadırlar. Bu durum bilimsel çalışmalarda ve özellikle fizik

alanında da söz konusu olmakta, dünyayı anlaşılır kılmak için çeşitli modeller kullanılmaktadır. Modelleme işlemine önce gerçekleri tanımlama ve analiz etme ile başlanmaktadır (Martinand, 1992). Bunun için hedef olayın bir dökümü yapılmaktadır. Çünkü gerçek olay, bütün olarak bir defada ele alınamayacak kadar karmaşık olabilmektedir. Böyle durumlarda sadece belirli faktörler veya yönler dikkate alınmaktadır. Örneğin modelleme işleminde temel parçacıkların yükü ele alınıyorsa parçacıkların kütlesi ve boyutu hesaba katılmaz.

Modellemenin iki amacı vardır. Birincisi eğitim öğretim uygulamalarını görselleştirmek ve somutlaştırmaktır. Bu yönüyle öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye katkı sağlayan önemli bir etkinlik olmaktadır. İkinci amacı ise fen bilimlerinde (fizik ve kimyada) teorik ve uygulama çalışmalarını geliştirmektir (Vince, 2021). Bir fizik olayını anlamak ve modellemek eşit öneme sahiptir. Anlama ve modelleme süreçleri birbirinden ayrılmaz. Modelleme yapmak, sadece deneysel işlemlerle yetinmek değil, aynı zamanda olayın ne olduğunu anlamaya çalışmak demektir. Bir süreci modellemek ise onu bilimsel denklem ve formüllerle tanımlamaktır. Yani modelleme sadece görsel nesneler oluşturma, matematiksel formül ve denklemler geliştirme değil, aynı zamanda olayı iyi anlamayı da gerektirmektedir. Böylece hem teorik hem de uygulama çalışmaları geliştirilmektedir (Hasni, 2010).

Modelleme gerçekliği temsil etmenin en iyi yolu olmaktadır. Fizik alanında elektrik akımının devreyi dolaşması, ışığın yansıması, ısının iletilmesi gibi gözle görülemeyen çeşitli olaylar vardır. Bunları öğrencilere iyi anlatabilmek için görseller, şekil, şema ya da grafikler çizilmektedir. Ayrıca bir olayı tekrarlanabilir şekilde tanımlamak için bir dizi denklem veya formül geliştirilmektedir. Böylece gerçekliği temsil eden çeşitli modeller hazırlanmaktadır. Bu süreçte önce gerçekliği en iyi şekilde temsil edecek nesneler hakkında hipotezler oluşturulur. Ardından model hakkında akıl yürütülür. Modelleme öğrencileri olaylar, düşünceler, fikirler ve zihinsel modeller hakkında akıl yürütmeye zorlar. Somut işlemlerden soyutlamaya geçiş yapmalarını teşvik eder (Chemin,2004). Böylece modelleme ile bilimsel bilgi ve teknoloji üretiminin temeli atılmaktadır.

1.3.1. Modelleme Yaklaşımı

Modelleme, model oluşturma süreci ve aşamalarına odaklanan, öğrencilere modelleme bilgi ve becerilerini kazandırmayı amaçlayan, model odaklı bilimsel bir yaklaşımdır. Almanya, Fransa, kanada gibi çoğu ülkenin eğitim programlarında yer almaktadır. Bu yaklaşımda model oluşturma süreç ve işlemleri merkeze alınmaktadır. Bunun için teorik ve deneysel olmak üzere iki alandaki çalışmalara odaklanılmaktadır. Teorik alan soyut dünya, deneysel alan ise somut

dünyayı temsil etmektedir. Modelleme sırasında teorik ve deneysel alan arasında bağ kurulmaktadır. Model oluşturma süreci döngüsel olarak ele alınmakta, teorik ve deneysel alan arasında gidiş gelişleri içermektedir. Her iki alanda da açıklama, anlama, sorgulama, temsil etme, yorumlama gibi çalışmalarına ağırlık verilmektedir. Gerçek ile gerçeği temsil eden model üzerinde tahminler yapılmakta ve test edilerek geliştirilmektedir (Dubois, 2017; Robardet & Guillaud, 1997; Walliser, 1977).

Modelleme yaklaşımının süreç ve aşamalarını ayrıntılı belirlemek için bazı araştırmalar yapılmaktadır. Alandaki çok sayıda fen bilimcisi, akademisyen, Justi ve Gilbert (2002), Martinand (1996), Tiberghien (1994), Walliser (1977) gibi uzmanlar tarafından kabul edilen bazı aşamalar belirlenmiştir. Örneğin Martinand (1996) fizik bilimi için bir modelleme şeması önermektedir. Bu şemada modellemede üç aşamalı işlemler yapılması öngörülmektedir. Bunlar bilişsel matris, temsil seçimi ve deneysel alan olarak sıralanmaktadır. Bu şemada yapılacak işlemler öğrencinin öğrenme sürecine uygun olarak belirlenmiştir. Önce öğrencinin zihnine yönelik çalışmalar yapılmakta, teorinin iyice anlaşılması sağlanmakta, ardından uygun bir temsil seçilmekte ve deneysel alanda model test edilmektedir (Martinand, 1994, 1996).

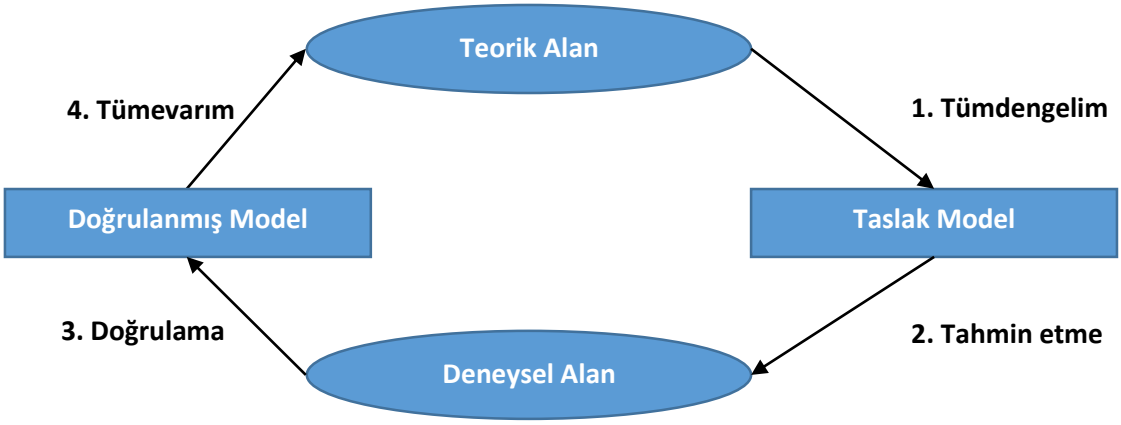
Benzer bir çalışma Justi ve Gilbert (2002) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada modelleme yaklaşımı üç aşamada ele alınmaktadır. Bunlar;

1. Model ile hedef arasındaki özellikleri belirleme,

2. Bir sistemdeki bileşenler arasındaki ilişkileri ve gelişimi saptama,

3. Bir fikri, basit temsiller yoluyla açıklama ve tahmin etme olarak sıralanmıştır (Justi & Gilbert, 2002).

Yaygın kabul gören bir başka çalışma ise Walliser (1997) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu modelleme yaklaşımı dört aşamalıdır. Modelleme sırasında teorik alan ile deneysel alan arasında sayısız geliş gidişleri içermektedir. Bu yaklaşımda teorik alana dayalı geliştirilen taslak modeller var olan modellerden hareketle kademeli olarak oluşturulmaktadır. Ardından modellerin deneysel alanda doğrulanması yapılmaktadır (Walliser,1997). Modelleme yaklaşımı şeması Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Modelleme Yaklaşımı (Walliser, 1997)

1. Tümdengelim: Bu aşamada teorik alandaki bilgiler incelenir, sorgulanır ve analiz için bir durum önerilir. Daha sonra gözlemlenebilir ve test edilebilir değişkenleri içeren taslak bir model oluşturulur. Yani hipotezler yapılır.

2. Tahmin etme: Taslak modeldeki veriler incelenir. Taslak modeli test etmeye ve olayları tahmin etmeye yönelik deneyler tasarlanır.

3. Doğrulama: Verileri kullanma ve tanımlama aşamasıdır. Deneysel sonuçlardan hareketle modelin doğrulanması yapılır. Modelde hesaplanan değerler ile deneyde ölçülen değerler karşılaştırılır. Bu karşılaştırma modelin geçerliliği için temel bir test oluşturur.

4. Tümevarım: Doğrulama sonrası verilerin teorik yorumu yapılır. Doğrulanmış model ile taslak model arasındaki farklar incelenir. Elde edilen sonuçlardan hareketle ilk taslak modelde değişikliklere başlanır. Bu döngü tümdengelim ve diğer aşamalarda devam eder (Dubois, 2017; Walliser, 1997).

Görüldüğü gibi modelleme yaklaşımında model, bir gerçekliği açıklamak için araç olarak kullanılmaktadır. Bu döngüsel işleyişle, modeller art arda onaylanmakta ve öncekilerin yerini almakta veya onları geliştirmektedir. Modelleme, fizik öğretimi için önemli bir yaklaşımdır.

1.3.2. Fizikte Uygulanması

Modelleme bilim insanlarının teori, yasa, ilke, formül gibi yeni ürünler ortaya çıkarmak için izledikleri aşama ve sonuçlarını göstermektedir. Evrenin boyutları, varlığı, elektrik ve manyetik alan gibi soyut kavramlar, maddenin doğrudan gözlem yapılamayacak kadar küçük yapılardan oluşması, duyu organlarımızın sınırlı olması, bilgi ve teknolojilerin yetersiz kalması bazı olayları incelemeyi zorlaştırmaktadır. Böyle durumlarda modellerden yararlanılmaktadır. Bu

nedenle fizikte modelleme yaklaşımına büyük ihtiyaç duyulmaktadır (Roy & Hasni, 2014). Modelleme soyut kavramları somutlaştırmaya katkı sağlamaktadır. Atom görülemediği için bir atom resmi çizerek onu canlandırarak açıklamak daha kolay olmaktadır (Combes, 2010).

Modellerin bilimde vazgeçilmez bir rol oynadığı bilinmektedir. Bir yandan gerçekleri temsil etme, açıklama ve tahmin etmeye çalışırken, diğer yandan teorileri yapılandırmaktadır. Halloun (2007) bu konuda çok ilginç bir benzetme yapmaktadır. Madde ve temel parçacıklar için atom ne ise, teori ve bilimsel kavramlar için de modelin o olduğunu açıklamaktadır. Dolayısıyla her ne kadar temel parçacıklar (elektronlar, protonlar, nötronlar) maddeyi oluştursa da maddenin yapısını açıklamayı mümkün kılan, onların etkileşimleri sonucu ortaya çıkan atomdur. Benzer şekilde bir teoriyi kendi içinde tutarlı ve mantıklı kılan, kavram ve yasaların düzenlenmesi sonucu ortaya çıkan modeldir (Halloun, 2007). Bu nedenle modelleme atom ve atom altı parçacıkları inceleyen parçacık fiziği için daha önemli olmaktadır.

Fizik bilimlerinde modelleme yaklaşımının iki önemli yararı vardır. Birincisi çoğu fizik teorisi ortaokul ve lisede öğretilemeyecek kadar zor, karmaşık ve matematikseldir. Bu nedenle basitleştirilmiş modellerle teorileri öğretmek ve bunları daha sonra genel bilgilerle açıklamak daha kolaydır. İkinci yararı ise deneysel alandaki nesne ve özelliklerinin karmaşık ilişkilerini incelemeye katkı sağlamasıdır. Model, deneysel alanda incelenen fiziksel olayları yorumlama ve tahmin etmeyi mümkün kılan tutarlı bir teorik yapı olarak sunulur. Oysa geleneksel fizik eğitiminde kavram ve yasalar öğrencilere birer birer anlatılır. Modellemeye yer verilmez. Etkili bir fizik öğretimi için modelleme yaklaşımı dikkate alınmalıdır. Modelleme öğrencilerde geliştirilecek bilimsel bakış açısından çok önemlidir (Dubois, 2017; Roy & Hasni, 2014).

Modelleme yaklaşımı öğrencinin öğrenme sürecinde aktif rol almasını sağlar. Araştırma, sorgulama, diğer öğrencilerle birlikte çalışma, aktif öğrenme gibi yararlar sağlar. Model kavramını anlamaya katkı getirir. Sınıf düzeyi ilerledikçe öğrenciler daha ayrıntılı modelleri öğrenirler. Model kavramını iyi anlamayan öğrenciler ise modeli gerçekle karıştırırlar. Diğer taraftan ders kitaplarında modellerin çoğu hakkında yorum yapılmaz ve aktardığı bilgiler açıklanmaz. Yine temsillerinin seçilmesi konusunda çok az bilgi verilir, bazen hiç bilgi ve gerekçe sunulmaz. Bu nedenle öğretmenlerin model ve modelleme konusunda yeterli bilgi ve becerilere sahip olması, bunları sınıfta uygulaması gerekmektedir. Modelleme öğrencileri önyargılı ve sezgisel düşünceden uzaklaştırmakta, bilimsel düşünme, tutum ve davranışa yönlendirmektedir (Combes, 2010; Roy & Hasni, 2014).

Modelleme, fizik biliminin ilke ve yöntemlerini günlük hayatla ilişkilendirme, problem çözme, deney yaparak veri elde etme, çıkarım yapma, yorumlama ve bilimsel bilgi üretme açısından önemli bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım gözle görülemeyen cisimleri araştıran parçacık fiziğinde ayrı bir önem taşımaktadır. Gelecek nesillere parçacık fiziğinin teori, yasa, araştırma ve deneylerini iyi öğretmek için modelleme yaklaşımı zorunlu olmaktadır. Bu araştırma böyle bir ihtiyaçtan doğmuştur. Araştırmada "*Ülkemizde parçacık fiziği alanında modelleme yaklaşımının durumu nedir*?" sorusuna cevap aranmıştır. Bu amaçla Lise Fizik Öğretim Programları ile ders kitaplarında modelleme yaklaşımı, uygulama yöntemleri ve modelleme etkinlikleri ele alınmıştır.

2. Yöntem

Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi yöntemi seçilmiştir. Doküman incelemesi, yazılı dokümanların içeriğini titiz ve sistematik bir şekilde analiz etmek için kullanılan bir araştırma yöntemidir (Wach & Ward, 2013). Bu yöntem anlayışıyla önce parçacık fiziği konusunda ulaşılabilen bilimsel kaynaklar, dergiler ve internet kaynakları taranmıştır. Alanla ilgili araştırmalar, deneyler, CERN gibi uluslararası kuruluşların dokümanları, yayınlar ve raporlar gözden geçirilmiştir. Ülkemizde parçacık fiziği alanındaki modelleme yaklaşımının durumunu belirlemek amacıyla MEB 2018 yılı Ortaöğretim Fizik Dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) Öğretim Programı ile Fen Lisesi Fizik Dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) Öğretim Programları ele alınmıştır (MEB, 2018a, 2018b). Ardından 2019-2020 öğretim yılında Milli Eğitim Bakanlığı tarafından okutulan lise fizik dersi son sınıf kitaplarının 4. ünitesi olan *Atom Fiziğine Giriş ve Radyoaktivite Ünitesi* incelenmiştir. Bunların hepsi araştırmaya dâhil edildiğinden örneklem alınmasına ihtiyaç duyulmamıştır. Veriler, program kazanımları, ders kitapları, yöntem ve teknikler ile etkinlikler şeklinde Word programında listelenmiş, gerekli açıklamalar yapılmış, ilgili tablolar oluşturulmuş ve bulgular sırasıyla yorumlanmıştır.

3. Bulgular

Araştırma sonunda ulaşılan bulgular "Lise Fizik Dersi Öğretim Programları ve Lise Fizik Dersi 12. Sınıf Kitapları" başlıkları altında verilmiştir.

3.1. Lise Fizik Dersi Öğretim Programları

Ülkemizde parçacık fiziği alanında modelleme yaklaşımının durumunu belirlemek için Milli Eğitim Bakanlığı 2018 yılı Ortaöğretim Fizik Dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) Öğretim Programı ile Fen Lisesi Fizik Dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) Öğretim Programı incelenmiştir (MEB, 2018a, 2018b). Programın *Giriş ve Açıklamalar* bölümünde modelleme yaklaşımı, model yapma, model

inceleme gibi konulardan bahsedilmemektedir. Bunun üzerine her iki programdaki kazanımlar sırasıyla incelenmiştir. İnceleme sonucunda model ve modelleme ile ilgili üç kazanım saptanmıştır. Bunlar Tablo 1' de verilmekledir.

Tablo 1.
Modelleme ile ilgili kazanımlar

Modelle İlgili Kazanımlar	**Sayı**	
	Lise	**Fen Lisesi**
Işığın davranış modellerini açıklar.	1	1
Sığaç modeli tasarlar.	-	1
Yeni bir Güneş sistemi modeli tasarlar.	-	1
Toplam	1	3
Programdaki toplam kazanım sayısı	**213**	**236**

Tablo 1'de görüldüğü gibi Ortaöğretim Fizik Dersi Öğretim Programında 1 (bir), Fen Lisesi Fizik Dersi Öğretim Programında 3(üç) kazanım bulunmaktadır. Bunlar Programdaki tüm kazanımların %1 ini oluşturmaktadır. Bu oran öğrencilerde bilimsel süreç becerilerini geliştirme açısından çok yetersiz görülmektedir. Ardından Programlarda verilen bütün kazanımların nasıl öğretilmesi gerektiğine ilişkin açıklamalar incelenmiştir. Bu açıklamalarda yer alan modelleme ile ilgili bilgiler Tablo 2' de sunulmaktadır.

Tablo 2.
Modelleme ile ilgili kazanım açıklamaları

Modelle İlgili Kazanım Açıklamaları	**Sayı**	
	Lise	**Fen Lisesi**
Model tasarlama	-	3
Matematiksel model çıkarma	9	8
Matematiksel model verme	18	22
Matematiksel modelleri inceleme	1	-
Toplam	28	33
Programdaki toplam kazanım sayısı	**213**	**236**

Tablo 2'de görüldüğü gibi modelleme ile ilgili Ortaöğretim Fizik Dersi Öğretim Programında 28, Fen Lisesi Fizik Dersi Öğretim Programında 33 kazanım altında açıklama verilmiştir. Bu rakamlar programdaki tüm kazanımların %13'ünü oluşturmakta ve sayıca yetersiz olmaktadır. Modelle ilgili kazanım açıklamalarının çoğu "*matematiksel model verme*" ile ilgilidir. Bunu sayı olarak "*matematiksel model çıkarma*" izlemektedir. *Model tasarlama* ise Fen Lisesi Fizik Dersi Öğretim Programında üç kazanım açıklamasında yer almaktadır. Bu açıklamalar öğrencilere fizik bilimini iyi öğretme, bilimsel düşünce, bakış ve tutum kazandırma açısından yetersiz görülmüştür. Peki, Programlarda parçacık fiziği alanında modelleme durumu nedir? Bu soruyu cevaplamak için fizik öğretim programlarındaki Atom Fiziğine Giriş ve Radyoaktivite Ünitesi kazanım açıklamaları incelenmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 3'te verilmektedir.

Tablo 3.
Atom Fiziğine Giriş ve Radyoaktivite ünitesi kazanım açıklamaları

Modelle İlgili Kazanım Açıklamaları	**Sayı**	
	Lise	**Fen Lisesi**
Öğrencilerin atom altı parçacıkları standart model çerçevesinde tanımlamaları sağlanır	1	1
Atom altı parçacıklardan başlayarak madde oluşumunun modelle açıklanması sağlanır.	-	1
Toplam	1	2
Ünitedeki toplam kazanım sayısı	**11**	**13**

Tablo 3'te görüldüğü gibi 2018 yılı Lise Fizik Dersi Öğretim Programı *Atom Fiziğine Giriş ve Radyoaktivite Ünitesinde* 11 kazanım, Fen Lisesi Fizik Dersi Öğretim Programında ise 13 kazanım bulunmaktadır. Bu kazanımların hiçbirinde modellemeden bahsedilmemektedir. Sadece iki kazanım açıklamasında atom altı parçacıklarını modelle tanımlama ve açıklama istenmektedir. Bu durum parçacık fiziği gibi gözle görülmeyen olayları inceleyen, karmaşık ve matematiksel bir alanı modellerle öğretmek yerine geleneksel eğitim yöntemlerinin tercih edildiğini göstermektedir.

Sonuç olarak Lise Fizik Dersi Öğretim Programlarında modellemeye üç kazanımda yer verildiği, ortalama 30 kazanım açıklamasında ise matematiksel model çıkarma ve inceleme üzerinde durulduğu belirlenmiştir. Atom Fiziğine Giriş ve Radyoaktivite ünitesindeki parçacık fiziği kazanımlarında ise sadece iki kazanımda modellemeye değinildiği saptanmıştır. Bu durum etkili bir fizik öğretimi ile öğrencilerde bilimsel süreç becerilerini geliştirme açısından son derece yetersiz bulunmuştur.

3.2. Lise Fizik Dersi 12. Sınıf Kitapları

Parçacık fiziği, Lise Fizik Dersi 12. Sınıf Programı "*Atom Fiziğine Giriş ve Radyoaktivite*" ünitesinde ele alınmaktadır. Bu nedenle araştırmada 2019-2020 öğretim yılında Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan ve 12. Sınıflarda okutulan lise ve fen lisesi fizik dersi öğretim kitaplarının ilgili üniteleri ele alınmıştır. Söz konusu ünitedeki bilgiler "modelleme yaklaşımı yöntem ve teknikler ile modelleme etkinlikleri" yönünden incelenmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4' de verilmektedir.

Tablo 4.
Ders Kitapları Atom Fiziğine Giriş ve Radyoaktivite ünitesi

Atom Fiziğine Giriş ve Radyoaktivite Ünitesi	**Sayı**	
	Lise Fizik K.	**Fen L. Fizik K.**
Model resimleri	16	9
Modelle ilgili açıklamalar	9	9
Deney düzeneği resimleri	2	5
Toplam	27	23
Ünitedeki toplam sayfa sayısı	**41**	**55**

Atom Fiziğine Giriş ve Radyoaktivite ünitesi lise fizik dersi öğretim kitabında 41 sayfa, fen lisesi fizik öğretim kitabında ise 55 sayfa yer kaplamaktadır. Tablo 4'te görüldüğü gibi MEB tarafından hazırlanan ve 12. Sınıflarda okutulan lise ve fen lisesi fizik dersi öğretim kitaplarında modelleme yaklaşımı model resimleri, modelle ilgili açıklamalar ve deney düzeneği resimleri şeklinde verilmektedir. Yani ders kitaplarında ağırlıklı olarak model resimleri ve modelle ilgili açıklamalar bulunmaktadır. Genellikle bilim insanları tarafından kabul edilen ve uzlaşılan modeller verilmektedir. Bu modeller ve aktardıkları bilgiler hakkında yorum yapılmamaktadır. Öğrencilerin bilimsel bilgi ve becerilerini geliştirmeye yönelik modelleme işleminden bahsedilmemektedir. Ders kitaplarında verilen modelleme etkinlikleri de incelenmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 5'te verilmektedir.

Tablo 5.
Atom Fiziğine Giriş ve Radyoaktivite ünitesi modelleme etkinlikleri

Atom Fiziğine Giriş ve Radyoaktivite Ünitesi	**Sayı**	
	Lise Fizik K.	**Fen L. Fizik K.**
Model açıklama etkinliği	8	-
Model izleme etkinliği	4	-
Model hesaplama etkinliği	2	2
Grafik çizme etkinliği	2	1
Model araştırma etkinliği	2	-
Model resmi çizme etkinliği	-	2
Model yapma etkinliği	-	1
Toplam	18	6
Ünitedeki toplam sayfa sayısı	**41**	**55**

Tablo 5'te görüldüğü gibi Atom Fiziğine Giriş ve Radyoaktivite ünitesinde, lise kitaplarında 18, fen lisesi kitaplarında 6 modelleme etkinliği verilmiştir. Bunlar model açıklama, izleme, hesaplama, grafik çizme, araştırma, resim ve model yapma etkinliği olarak sıralanmaktadır. Görüldüğü gibi modelleme etkinlikleri sayısal olarak çok yetersiz olmakta ve çoğunluğunu model açıklama ile izleme etkinlikleri oluşturmaktadır. Bu kadar az etkinlikle öğrencilerin araştırma, sorgulama, inceleme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmeleri, işlevsel projeler, özgün tasarımlar ve buluşlar üretebilmelerinin zor olacağı kanısına varılmıştır.

4. Sonuç ve Öneriler

Fizik, evrendeki olayların anlaşılmasına önemli katkılar sağlayan bir bilim dalıdır. Bunun için alanda sistemli olarak teorik ve deneysel çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalarda atom ve atom altı gibi görülemeyen parçacıklarını incelerken gelişmiş teknolojik araçlardan ve modellerden yararlanılmaktadır. Modelleme yaklaşımı Almanya, Fransa, Kanada gibi çoğu ülkenin eğitim programlarında yer almaktadır. Doğrudan gözle görülmeyen varlıkları temsil etmek, açıklamak ve bilim dünyasına kazandırmak için önemli bir araçtır. Aynı zamanda

öğrencilerin düşünme, araştırma, sorgulama, tahmin etme gibi bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye katkı sağlamaktadır. Bu nedenle fizik alanında model ve modelleme çok önemli olmaktadır.

Ülkemizde parçacık fiziği alanında modelleme yaklaşımının durumunu belirlemek için yapılan araştırmada lise fizik öğretim programları ile ders kitapları incelenmiştir. Önce lise fizik dersi öğretim programlarında modelleme ile ilgili kazanımlar belirlenmiştir. Araştırma sonunda programlarda modelleme ile ilgili 1-3 kazanım saptanmıştır. Programdaki tüm kazanımların % 1' ini oluşturan bu kazanımlar öğrencilerde bilimsel süreç becerilerini geliştirmek için çok yetersiz bulunmuştur. Programdaki 30 kazanım açıklamasında ise öğrencilere matematiksel modelleme vermeye dikkat çekilmiştir. Programların 12 sınıftaki Atom Fiziğine Giriş ve Radyoaktivite ünitesinde ise Parçacık fiziği ile ilgili 11-13 kazanımın hiçbirinde modellemeye yer verilmemiştir. Sadece iki kazanım açıklamasında öğrencilere model açıklama yaptırılması istenmiştir.

Fizik ders kitaplarında da benzer durumlar görülmektedir. MEB tarafından hazırlanan ve 12. Sınıf lise ve fen lisesi fizik dersi kitapları "Atom Fiziğine Giriş ve Radyoaktivite Ünitesinde" model resimleri, modelle ilgili açıklamalar ve deney düzeneği resimleri verilmiştir. Modelleme yaklaşımından bahsedilmemiştir. Yine bu Ünitede lise kitaplarında 18, fen lisesi kitaplarında ise 6 modelleme etkinliği verilmiştir. Bunlar model açıklama, izleme, hesaplama, grafik çizme, araştırma, resim ve model yapma etkinlikleridir. Bunların çoğu model açıklama ile izleme etkinlikleridir. Bu kadar az etkinlikle öğrencilerin araştırma, sorgulama, inceleme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmeleri, işlevsel projeler, özgün tasarım ve buluşlar üretebilmelerinin zor olacağı sonucuna varılmıştır.

Araştırmada elde edilen bu sonuçlar aşağıda verilen araştırma sonuçlarıyla örtüşmektedir. Örneğin Süzer (2017) tarafından yapılan bir araştırmada Almanya, İngiltere ve Türkiye'deki fizik öğretim programları, bu ülkelerde okutulan lise düzeyindeki fizik kitapları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma ve araştırmalar sonucunda ülkemizdeki lise fizik öğretim programı ve ders kitaplarının yeterli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Süzer, 2017).

Aytekin (2018) tarafından yapılan araştırmada ise Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı okullarda okutulan 9.sınıf Fizik ders kitabında (Ortaöğretim 9. sınıf Fizik) yer alan "Elektrik ve Manyetizma" ünitesindeki model ve benzetmeler incelenmiştir. Araştırma sonucunda, Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı okullarda okutulan 9. sınıf fizik ders kitabındaki Elektrik ve Manyetizma ünitesinde kullanılan model ve benzetme örneklerinin yetersiz olduğu, fizik öğretmenlerinin bazı konularda ihtiyaç duysalar bile uygun model ve benzetme örnekleri bulmadıkları için

kullanamadıkları tespit edilmiştir. Fizik öğretmenlerinin model ve benzetme bulamama problemlerini gidermek için ders kitaplarında yeterince model-benzetme örneklerine yer verilmesi ve öğretmenlerin anlaşılması güç ve soyut kavramlar içeren konuların anlatımında model ve benzetmelerden daha fazla faydalanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır (Aytekin, 2018).

Aktan vd. (2019) tarafından yapılan araştırmada ülkemizde 2017 yılında yenilenen fen öğretim programlarında ve ders kitaplarında model ve modelleme kavramlarına yer verilme durumu incelenmiştir. İncelenen programlarda model ve modelleme kavramlarına değinildiğini, ancak bilimsel modeller ve bu modellerin bilimsel süreçteki rolüne yer verilmediği görülmüştür. Modelleme çalışmalarının genellikle fiziksel ve ölçeklendirilmiş modellere yönelik olduğu ancak teorik, kavramsal ve matematiksel modellere değinilmediği gözlenmiştir. Yeni 2017 fen öğretim programları ve ders kitaplarının model ve modelleme kavramları açısından yetersiz kaldığı sonucuna ulaşılmıştır (Aktan vd., 2019).

Dülger ve Ogan-Bekiroğlu (2023) tarafından yapılan araştırmada Millî Eğitim Bakanlığı tarafından onaylanmış fizik ders kitaplarının etkinliğinin hem bütünsel olarak hem de farklı kategoriler altında ayrıntılı olarak incelenmiştir. İncelenen lise fizik ders kitapları öğrencinin öğrenmesinde ve öğretmenin öğretim uygulamasında beklenen role tam olarak sahip olmadığı, fizik ders kitaplarının en zayıf olduğu kategorinin içerik olduğu belirlenmiştir. Kitapların çeşitli yönlerden eksiklikleri olduğu ortaya konulmuştur (Dülger & Ogan-Bekiroğlu, 2023).

Sonuç olarak parçacık fiziğinin etkili öğretilmesi için lise fizik öğretim programları ve ders kitaplarında modelleme yaklaşımına gereken ağırlık verilmelidir. Programda modelleme ile ilgili kazanım sayısı artırmalıdır. Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmek için modelleme sürecinde araştırma, sorgulama, tahmin, deney, gözlem, test etme ve modeli doğrulama yöntemleri uygulanmalıdır. Ders kitaplarında modelleme yaklaşımına yönelik açıklamalar yapılmalı, modelleme etkinliklerinin türü ve sayısı artırılmalıdır. Böylece öğrencilerin somuttan soyuta geçiş yapmaları, bilimsel bilgi ve teknoloji üretimine yönlendirilmeleri sağlanmalıdır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazar bu çalışmasında herhangi bir şekilde çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ BEYANI

Yazar bu çalışmasında araştırma ve yayın etiğine uyulduğunu beyan eder.

YAZAR SORUMLULUK BEYANI

Yazar bu çalışmanın her aşamasını kendisinin yaptığını beyan eder.

REFERENCES/KAYNAKLAR

Aktan, M.B., Kaynak, S., Abdüsselam, Z. & Ardoğan, E. (2019). Güncel fen öğretim programları ve ders kitaplarında model ve modelleme kavramlarının analizi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, *8*(1), 44-69. http://dx.doi.org/10.30703/cije.450242

Aytekin, A. (2018). Fizik eğitiminde elektrik ve manyetizma konularının öğretiminde kullanılan model ve benzetmelerin tespiti üzerine bir değerlendirme. *ASOS Journal*, 86, 444-451. http://dx.doi.org/10.16992/ASOS.14613

Bachelard, S. (1979). Quelques aspects historiques des notions de modèle et de justification des modèles. Dans P. Delattre et M. Thellier (dir.), *Élaboration et justification des modèles* (pp. 3-19). Maloine S.A.

Bunge, M. (1974-1989). *Treatise on basic philosophy* (Vols. 1–8). Dordrecht. Reidel.

Chemin, N. (2004). *Les apports de la modélisation dans l'acquisition des connaissances en astronomie*, Mémoire professionnel, IUFM Orléans-Tours.

Combes, M. (2010). *La modélisation en Physique: un outil trop performant? Les modèles en Physique*, Centre Européen de Réalité Virtuelle (CERV),www.enib.fr.

Dubois, A-L. (2017). *La notion de modèle en classe de seconde. Application au modèle de l'atome*. Education. 2017. https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01747963.

Dülger, Z. & Ogan-Bekiroğlu, F. (2023). Lise fizik ders kitaplarının etkinliğinin incelenmesi: öğretmen adaylarının değerlendirmesi. *Erciyes Akademi,* 37(2), 455-481**.** https://doi.org/10.48070/erciyesakademi.1211874

Gière, R. N. (2004). How models are used to represent reality. *Philosophy of Science, 71*, 742-752.

Gilbert, J. K., Boulter, C.& Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. Dans J. Gilbert et C. Boulter (dir.), *Developing models in science education.* Kluwer.

Halloun, I. A. (2007). Mediated modeling in science education. *Science & Education*, 16, 653-697.

Halloun, I. A. (2006). *Modeling theory in science education*. Kluwer Academic.

Harrison, G. A. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for student. *Research in Science Education, 31*, 401-435.

Hasni, A. (2010). Modèles et modélisation en enseignement scientifique: Quelques aspec prioritaires à considérer. *Spectre, 40*(1), 10-13.

Justi, R. & Gilbert, J. (2000). History and philosophy of science through models : Some challenges in the case of the atom. *International Journal of Science Education, 22*(9), 993-1009.

Justi, R. S. & Gilbert, J. K. (2002). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use ofmodels and modelling in learning science. *International Journal of Science Education, 24*(12), 1273-1292.

Martinand, J.-L. (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. INRP.

Martinand, J.-L. (1994). *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences*. INRP.

Martinand, J.-L. (1996). *Introduction à la modélisation. Dans Actes du séminaire de didactique desdisciplines technologiques*, Paris: Liaison interuniversitaire pour la recherche en éducation scientifique et technologique.

MEB. (2018a). *Ortaöğretim Fizik Dersi (9,10,11 ve 12.Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara.

MEB. (2018b). *Fen Lisesi Fizik Dersi (9,10,11 ve 12. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara.

Robardet, G.& Guillaud, J.-C. (1997). *Éléments de didactique des sciences physiques*. Presses Universitaires de France.

Roy, P & Hasni, A. (2014).Les modèles et la modélisation vus par des enseignants de sciences et technologies du secondaire au Québec, McGILL Journal of Education, 49 (2), 349-372

Süzer, M. A. (2017). Fizik lise öğretim programının ve ders kitaplarının Almanya ve İngiltere örnekleriyle karşılaştırılması ve öğretmen görüşleriyle değerlendirilmesi [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.

Tiberghien, A. (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching, learning situations. *Learning & Instruction, 4*(1), 71-87.

TDK. (2023). Güncel Türkçe Sözlük, https:// tdk.gov.tr adresinden erişilmiştir.

Wach, E. & Ward, R. (2013). *Learning about qualitative document analysis*. https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/bitstream/handle/20.500.12413/2989/PP%20InBrief%20%2013%20QDA%20FINAL2.pdf?sequence=4.

Walliser, B. (1977). *Système et modèles*. Paris: Seuil.

Willet, G. (1996). Paradigme, théorie, modèle, schéma : qu'est-ce donc? *Communication & Organisation*, 10, 1-20.

Vince, J. (2021). *La modélisation, Une démarche essentielle pour l'apprentissage de la physique-chimie,* Journées de l'Inspection, Academie de Lyon, http://pegase.ens-lyon.fr

Von Bertalanffy, L. (1973). *Théorie générale des systèmes*. Dunod.