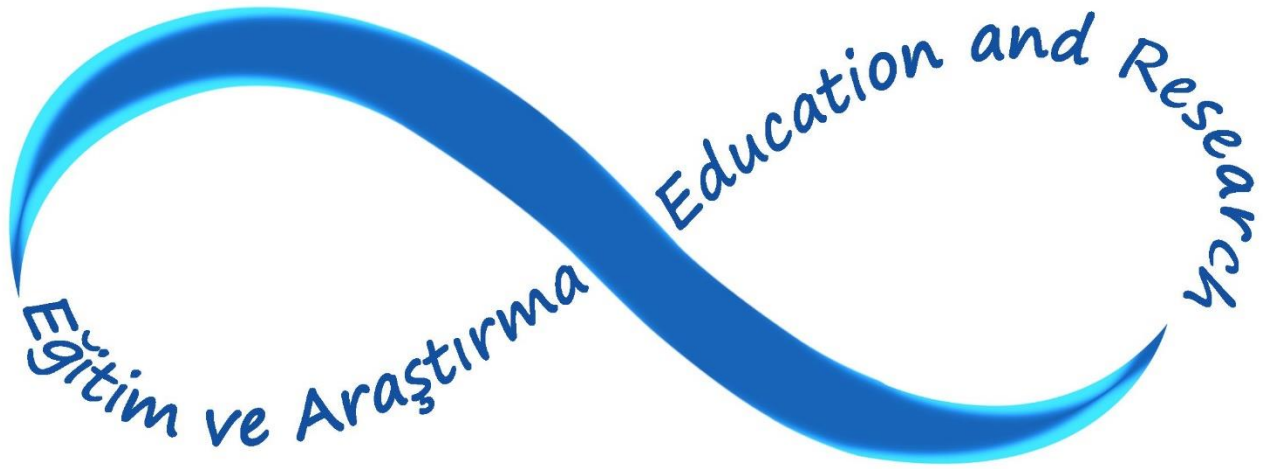




Sınrsız Eğitim ve Araştırma Dergisi



The Journal of Limitless Education and Research

*Temmuz 2026
Cilt 11, Sayı 2*

*July 2026
Volume 11, Issue 2*



The Journal of Limitless Education and Research

July 2026, Volume 11, Issue 2

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi

Temmuz 2026, Cilt 11, Sayı 2

Sahibi

Prof. Dr. Firdevs GÜNEŞ

Owner

Prof. Dr. Firdevs GÜNEŞ

Editör

Prof. Dr. Ayşe Derya IŞIK

Editor in Chief

Prof. Dr. Ayşe Derya IŞIK

Editör Yardımcısı

Prof. Dr. Gülden TÜM

Doç. Dr. Çağın KAMIŞCIOĞLU

Assistant Editor

Prof. Dr. Gülden TÜM

Assoc. Prof. Dr. Çağın KAMIŞCIOĞLU

Yazım ve Dil Editörü

Prof. Dr. Bilge BAĞCI AYRANCI

Prof. Dr. Serpil ÖZDEMİR

Doç. Dr. İbrahim Halil YURDAKAL

Philologist

Prof. Dr. Bilge BAĞCI AYRANCI

Prof. Dr. Serpil ÖZDEMİR

Assoc. Prof. Dr. İbrahim Halil YURDAKAL

Yabancı Dil Editörü

Prof. Dr. Gülden TÜM

Prof. Dr. Tanju DEVECİ

Doç. Dr. Çağın KAMIŞCIOĞLU

Şenol SARI

Foreign Language Specialist

Prof. Dr. Gülden TÜM

Prof. Dr. Tanju DEVECİ

Assoc. Prof. Dr. Çağın KAMIŞCIOĞLU

Şenol SARI

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.

İNDEKSLER / INDEXED IN



H.W. Wilson

EBSCO

INFORMATION SERVICES



**Computer Education and Instructional
Technology
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri
Eğitimi**

**Educational Sciences
Eğitim Bilimleri**

**Science
Fen Eğitimi**

**Art Education
Güzel Sanatlar Eğitimi**

**Lifelong Learning
Hayat Boyu Öğrenme**

**Teaching Mathematics
Matematik Eğitimi**

**Pre-School Education
Okul Öncesi Eğitimi**

**Primary Education
Sınıf Eğitimi**

**Teaching Social Studies
Sosyal Bilgiler Eğitimi**

**Teaching Turkish
Türkçe Öğretimi**

**Teaching Turkish to Foreigners
Yabancılar Türkçe Öğretimi**

**Foreign Language Education
Yabancı Dil Eğitimi**

Editörler Kurulu (Editorial Board)

Prof. Dr. Hasan ÖZGÜR
Doç. Dr. Barış ÇUKURBAŞI

Prof. Dr. Ayşe ELİÜŞÜK BÜLBÜL
Doç. Dr. Gülenaz ŞELÇUK
Doç. Dr. Menekşe ESKİCİ

Prof. Dr. Nurettin ŞAHİN
Dr. Yasemin BÜYÜKŞAHİN

Doç. Dr. Seçil KARTOPU

Prof. Dr. Firdevs GÜNEŞ
Prof. Dr. Tanju DEVECİ
Prof. Dr. Thomas R. GILLPATRICK

Prof. Dr. Erhan HACİÖMEROĞLU
Prof. Dr. Burçin GÖKKURT ÖZDEMİR
Doç. Dr. Aysun Nüket ELÇİ

Prof. Dr. Neslihan BAY
Dr. Burcu ÇABUK

Prof. Dr. Özlem BAŞ
Prof. Dr. Sabri SİDEKLİ
Prof. Dr. Süleyman Erkam SULAK
Prof. Dr. Yalçın BAY

Doç. Dr. Cüneyt AKAR

Prof. Dr. Fatma KIRMIZI
Prof. Dr. Bilge BAĞCI AYRANCI
Prof. Dr. Nevin AKKAYA

Prof. Dr. Apollinaria AVRUTİNA
Prof. Dr. Gülden TÜM
Prof. Dr. Yuu KURIBAYASHI
Assoc. Prof. Dr. Galina MISKINIENE
Assoc. Prof. Dr. Könül HACIYEVA
Lecturer Semahat RESMİ CRAHAY

Prof. Dr. Arif SARIÇOBAN
Prof. Dr. İlknur SAVAŞKAN
Doç. Dr. Bengü AKSU ATAÇ

Trakya Üniversitesi, Türkiye
Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Türkiye

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Türkiye
Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Türkiye
Trakya Üniversitesi, Türkiye

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Türkiye
Bartın Üniversitesi, Türkiye

Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara

Ankara Üniversitesi, Türkiye
Antalya Bilim Üniversitesi, Türkiye
Portland State University, USA

Temple University, Japan
Bartın Üniversitesi, Türkiye
Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Türkiye
Ankara Üniversitesi, Türkiye

Hacettepe Üniversitesi, Türkiye
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Türkiye
Ordu Üniversitesi, Türkiye
Anadolu Üniversitesi, Türkiye

Uşak Üniversitesi, Türkiye

Pamukkale Üniversitesi, Türkiye
Adnan Menderes Üniversitesi, Türkiye
Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye

St. Petersburg State University, Russia
Çukurova Üniversitesi, Türkiye
Okayama University, Japan
Vilnius University, Lithuania
Azerbaijan National Academy of Sciences, Azerbaijan
PCVO Moderne Talen Gouverneur, Belgium

Selçuk Üniversitesi, Türkiye
Bursa Uludağ Üniversitesi, Türkiye
Nevşehir Hacı Bektaş Üniversitesi, Türkiye

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. Anıl ERTOK, Karabük Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Apollinaria AVRUTINA, St. Petersburg State University, Russia
- Prof. Dr. Arif SARIÇOBAN, Ufuk Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Asuman DUATEPE PAKSU, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Ayşe Derya IŞIK, Bartın Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Ayşe ELİÜŞÜK BÜLBÜL, Selçuk Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Behice VARIŞOĞLU, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Berna Cantürk GÜNHAN, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Bilge AYRANCI, Adnan Menderes Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Burçin GÖKKURT ÖZDEMİR, Bartın Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Demet GİRĞİN, Balıkesir Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Duygu UÇGUN, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Efe AKBULUT, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye
- 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. Fatma AÇIK, Gazi Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Fatma KIRMIZI, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Feryal BEYKAL ORHUN, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Filiz METE, Hacettepe Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Firdevs GÜNEŞ, Ankara Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Fulya ÜNAL TOPÇUOĞLU, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Gülден TÜM, Çukurova Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Hakan UŞAKLI, Sinop Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Hasan ÖZGÜR, Trakya 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. Levent MERCİN, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Leyla KARAHAN, Gazi Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Mehmet Ali AKINCI, Rouen University, France
- Prof. Dr. Mehmet Celal VARIŞOĞLU, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Nergis BİRAY, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Neslihan BAY, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Nesrin İŞİKOĞLU 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. Orhan KUMRAL, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Özlem BAŞ, Hacettepe Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Sabri SİDEKLİ, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Salim PİLAV, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Serap BUYURGAN, Başkent Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Serdar TUNA, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Sevgi ÖZGÜNGÖR, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Songül ALTINIŞIK, TODAİE Emekli Öğretim Üyesi, Türkiye
- Prof. Dr. Süleyman Erkam SULAK, Ordu Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Süleyman İNAN, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Şafak ULUÇINAR SAĞIR, Amasya Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Tahir KODAL, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Tanju DEVECİ, Antalya Bilim Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Tazegül DEMİR ATALAY, Kafkas Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Thomas R. GILLPATRICK, Portland State University, USA.
- Prof. Dr. Turan PAKER, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Umut SARAÇ, Bartın Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Yalçın BAY, Anadolu Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Yuu KURIBAYASHI, Okayama University, JAPAN

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

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

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

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

Doç. Dr. Ahmet BAŞKAN, Hitit Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Aysun Nüket ELÇİ, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Banu ÖZDEMİR, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Türkiye

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

Doç. Dr. Cüneyt AKAR, Uşak Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Çağın KAMIŞCIOĞLU, Ankara Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Dilek FİDAN, Kocaeli Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Emel GÜVEY AKTAY, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Erdost ÖZKAN, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

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

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

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

Doç. Dr. Menekşe ESKİCİ, Trakya Üniversitesi, Türkiye

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

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

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

Doç. Dr. Şahin ŞİMŞEK, Kastamonu Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Üzeyir SÜĞÜMLÜ, Ordu Üniversitesi, Türkiye

Dr. Bağdagül MUSSA, University of Jordan, Jordan

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

Dr. Feride HATİBOĞLU, University of Pennsylvania, USA

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

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

Bu Sayının Hakemleri (Referees Of This Issue)

- Prof. Dr. Gülten GENÇ, İnönü Üniversitesi
Doç. Dr. Abdurrahman KİLİMCİ, Çukurova Üniversitesi
Doç. Dr. Akif AVCU, Marmara Üniversitesi
Doç. Dr. Aynur KESEN MUTLU, İstanbul Medipol Üniversitesi
Doç. Dr. Ayşegül AYYILDIZ ASİL, Hakkari Üniversitesi
Doç. Dr. Erkan ATALMIŞ, Manisa Celâl Bayar Üniversitesi
Doç. Dr. Gülenaz SELÇUK, Manisa Celâl Bayar Üniversitesi
Doç. Dr. Menekşe ESKİCİ, Trakya Üniversitesi
Doç. Dr. Özlem ATEŞ, Manisa Celâl Bayar Üniversitesi
Doç. Dr. Recep KAHRAMANOĞLU, Gaziantep Üniversitesi
Doç. Dr. Semih ÇAYAK, Marmara Üniversitesi
Doç. Dr. Volkan DURAN, Iğdır Üniversitesi
Doç. Duygu İŞPINAR AKÇAYOĞLU, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet TUNAZ, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Tuğba ECEVİT, Düzce Üniversitesi
Dr. Arş. Gör. Betül KARADUMAN, Çukurova Üniversitesi
Dr. Arş. Gör. Sinan BEKMEZCİ, Manisa Celâl Bayar Üniversitesi



The Journal of Limitless Education and Research, Volume 11, Issue 2

Sınrsız Eğitim ve Araştırma Dergisi, Cilt 11, Sayı 2

Dear Readers,

We are delighted to present you the July 2026 issue of the Journal of Limitless Education and Research and published. The Limitless Education and Research Association (LERA) started its publication life in 2016 and it has been continuously published for 11 years. The aim of our journal published by the LERA board members is to contribute to the field of education and research with new current scientific studies. To this end, theoretical and experimental original research, review articles, thesis summaries, and other scientific works are published for free and shared with readers at both nationwide and worldwide.

The Journal of Limitless Education and Research (J-LER) is published three times as of March, July, and November per year in both Turkish and English. Manuscripts submitted to the journal are checked and evaluated by at least two referees, editors, field editors, and also Turkish and English language editors. The members of the Referee and Scientific Committee of the journal consist of academics, researchers, experts, educators and teacher writers from different countries. Therefore, our journal is prepared for publication with the scientific efforts, contributions and support of international experts and academics. As a result of meticulous inquiries, current and new studies are included in each issue.

Journal of Limitless Education and Research (J-LER), which has been published for eleven (11) years without compromising its academic and scientific quality, is indexed in EBSCO, Education Full Text (H.W. Wilson) Database Coverage List, which is accepted as a field index by Inter-University Academic Council (UAK). In addition, it is scanned in various national and international indexes such as ASOS, DRJI, ESJI, OAJI, ROAD, SIS, SOBIAD, WorldCat and receives many citations. According to the SOBIAD impact factor, our journal ranks high among scientific journals in our country. We continue to work to scan the publication network of our journal in wider national and international indexes.

In the July 2026 issue of our journal, six (6) scientific studies are presented to the readers. We would like to thank to all the authors, editors, referees, scientific committees and translators who contributed to the preparation and publication of this issue. We hope that our journal will contribute to scientists, researchers, educators, teachers and students in the field.

The Editor of Journal of Limitless Education and Research

Değerli Okuyucular,

Sizlere Dergimizin Temmuz 2026 sayısını sunmaktan büyük mutluluk duyuyoruz. Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi (SEAD) yayın hayatına 2016 yılında başlamış ve 11 yıldır kesintisiz olarak yayınlanmaktadır. Sınırsız Eğitim ve Araştırma Derneği (SEAD) üyeleri tarafından yayınlanan dergimizin amacı, güncel çalışmalarla eğitim ve araştırma alanına katkı sağlamaktır. Bu amaçla kuramsal ve deneysel özgün araştırmalar, derleme makaleler, tez özetleri ve çeşitli bilimsel çalışmalar ücretsiz yayınlanmakta, ulusal ve uluslararası düzeydeki okuyuculara sunulmaktadır.

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi (SEAD), yılda üç kez Mart, Temmuz ve Kasım aylarında Türkçe ve İngilizce olmak üzere iki dilde yayınlanmaktadır. Dergiye gönderilen çalışmalar en az iki hakem, editör, alan editörü, Türkçe ve İngilizce dil editörleri tarafından kontrol edilerek değerlendirilmektedir. Dergi Hakem ve Bilim Kurulu üyeleri farklı ülkelerdeki akademisyen, araştırmacı, uzman, eğitimci ve öğretmen yazarlardan oluşmaktadır. Böylece Dergimiz uluslararası uzman ve akademisyenlerin bilimsel çabaları, katkı ve destekleriyle yayına hazırlanmaktadır. Titiz incelemeler sonucu her sayıda güncel ve yeni çalışmalara yer verilmektedir.

Akademik ve bilimsel kalitesinden ödün vermeden on bir (11) yıldır yayın hayatını sürdüren Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi (SEAD), ÜAK tarafından alan indeksi olarak kabul edilen EBSCO, Education Full Text (H.W. Wilson) Database Covarage List'te dizinlenmektedir. Ayrıca ASOS, DRJI, ESJI, OAJI, ROAD, SIS, SOBIAD, Worldcat WorldCat gibi ulusal ve uluslararası çeşitli indekslerde taranmakta ve çok sayıda atıf almaktadır. SOBIAD etki faktörüne göre Dergimiz, ülkemizdeki bilimsel dergiler içinde üst sıralarda bulunmaktadır. Dergimizin yayın ağı daha geniş ulusal ve uluslararası indekslerde taranması için çalışmalarımız devam etmektedir.

Dergimizin Temmuz 2026 sayısında okuyuculara altı (6) bilimsel çalışma sunulmaktadır. . Bu sayının hazırlanması ve yayınlanmasında emeği geçen bütün yazar, editör, hakem, bilim kurulu ve çevirmenlere teşekkür ediyoruz. Dergimizin alandaki bilim insanı, araştırmacı, eğitimci, öğretmen ve öğrencilere katkı getirmesi dileğiyle, saygılar sunuyoruz.

Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi Editörü

TABLE OF CONTENTS

İÇİNDEKİLER

Article Type: Research

Makale Türü: Araştırma

Veli CAN, Hülya ALTUNYA SAYAN

Development of the Classical Logic-Based Thinking Skills Test: A Research on 5th and 6th Grade Students

337 - 419

Klasik Mantık Temelli Düşünme Becerileri Testinin Geliştirilmesi: 5. ve 6. Sınıf Öğrencileri Üzerine Bir Araştırma

Arzum IŞITAN, Fatma KIRMIZI, Cem GÖK

Bioplastic Awareness Scale for University Students (BASUS): Scale Development Study

Üniversite Öğrencilerine Yönelik Biyoplastik Farkındalık Ölçeği (BİYOF): Ölçek Geliştirme Çalışması

420 - 472

Nermin GÖKEL, Gülden TÜM

Feedback Literacy within Teacher Feedback vs. AI Feedback

473 - 485

Shafiyu JİBRİL, Feyza CANDAN ÇİFTÇİ

The Bibliometric Analysis of Kirkpatrick Four-Level Training Evaluation Model: 2020-2025 Period

486 - 507

Songül KILIÇ, Nurcan CANSIZ

Classroom Practices of Science Teachers in Socioscientific Issue-Based Science Teaching

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Sosyobilimsel Konu Temelli Fen Öğretimine Yönelik Sınıf İçi Uygulamaları

508 - 549

Figen YILMAZ, Gülden TÜM

Bridging the Gap: e-CIC, Mediation and Scaffolding

550 - 585

Bioplastic Awareness Scale for University Students (BASUS): Scale Development Study

Assoc. Prof. Dr. Arzum İŞİTAN, Pamukkale University, aisitan@pau.edu.tr, 0000-0002-5228-9788

***Prof. Dr. Fatma KIRMIZI**, Pamukkale University, fsusar@pau.edu.tr, 0000-0002-0426-1908

Prof. Dr. Cem GÖK, İzmir Bakırçay University, cem.gok@bakircay.edu.tr, 0000-0002-8949-8129

Abstract: Bioplastics are polymers that are biodegradable even under unsuitable post-use conditions and are mostly produced from renewable resources. The main aim of this research is to develop a valid and reliable scale to measure bioplastic awareness. A quantitative research approach was adopted and a survey model was utilized within this scope. Convenient sampling was preferred in determining the participants. Validity and reliability analyses of the scale were conducted on a sample (n=261) of university students studying at the 1st, 2nd, 3rd and 4th year levels. In the result of preparing open-ended questions and reviewing the relevant literature, a pool of 34 items was created. As a result of the content validity study conducted in line with the opinions of field experts, three items were removed and a draft scale of 31 items was obtained. In the results of exploratory factor analysis, four more items were eliminated and a two-factor structure was determined. The Bioplastic Awareness Scale (BIAAS) consists of a total of 27 items, 17 of which are in the first sub-dimension and 10 of which in the second sub-dimension. The first sub-dimension was named “environmental awareness,” and the second sub-dimension was named “reasons for using bioplastics.” The total variance explained by the two-factor structure was 42.768%, with which 23.591% were explained by the first factor and 19.177% by the second factor. The factor loadings of the items in the first sub-dimension ranged from 0.45 to 0.66, whereas the factor loadings of the items in the second sub-dimension ranged from 0.52 to 0.77. as a result of confirmatory factor analysis, RMSEA = 0.077 and SRMR = 0.066 values are gathered. The Cronbach's Alpha reliability coefficient for the overall scale was calculated as 0.92.

Keywords: Bioplastics, Awareness, Scale development.

Corresponding Author: Prof. Dr. Fatma KIRMIZI

Cited in: İşitan, A., Kirmızı, F., & Gök, C. (2026). Bioplastic awareness scale for university students (BASUS): Scale development study, Üniversite öğrencilerine yönelik biyoplastik farkındalık ölçeği (BİYOF): Ölçek geliştirme çalışması. *The Journal of Limitless Education and Research, Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 11(2), 420 - 472. <https://doi.org/10.29250/sead.1753516>

1. Introduction

The term plastic is derived from the Greek words *plastikos*. Plastic means "capable of being shaped or molded" and *plastos* means "molded" (Wikipedia, 2026). As plastic has malleable properties during the manufacturing process, materials including plastic can be shaped. They are widely used in almost every aspect of daily life (films, plates, tubes, jars, and containers and so on.) (Bucci et al., 2020; Jambeck et al., 2015; PAGEV, 2018). Plastics are persistent materials that could be degraded into microplastics and nanoplastics over time. They are long polymer chains combined with various chemical additives, some of which may exhibit toxic properties whenever they interact with different organisms (Rodrigues et al., 2019). Because of their versatility in design, low production cost, ease of molding, lightweight structure and resistance to biological degradation, they take important places as indispensable materials in modern society. They are widely preferred in numerous applications, ranging from kitchenware and food packaging to medical equipment and three-dimensional (3D) printing technologies (Koike, 2015; Nielsen et al., 2020). Even though their global production and consumption of plastic products continuously increase, the management of plastic waste remains inadequate.

Plastics are primarily composed of organic polymers formed through the bonding of carbon atoms with other elements (e.g., hydrogen, oxygen, nitrogen, chlorine, and sulfur). Their chemical structure consists of long-chain molecules produced through polymerization and this molecular arrangement largely determines their chemical properties. Plastics are generally classified into two main categories: thermoplastics and thermosetting plastics (Desidery & Lanotte, 2022). Thermoplastics can be melted and reshaped when they are heated, whereas thermosetting plastics undergo irreversible chemical changes upon heating, and result in a rigid structure that cannot be remolded. The chemical resistance of plastics enables them to be used with a wide range of chemical substances, making them suitable for numerous applications such as packaging and construction (Desidery & Lanotte, 2022). In addition, research has expanded the potential applications of bioplastics beyond packaging and food service that include the electronics and automotive industries (Applications for Bioplastics, 2025; Grand View Research, 2018). Furthermore, many products used in everyday life are expected to be manufactured from bioplastics in the future (Atiwesh et al., 2021; Venkatachalam & Palaniswamy, 2020). Moreover, depending on their molecular arrangement, plastics may have diversities in their amorphous or crystalline structures in terms of physical properties, including mechanical strength, thermal behavior and density (Padsalgikar, 2017; Su, 2013). Such characteristics contribute to the

versatility of plastics and support their widespread use across a broad range of industrial applications.

Plastics are synthetic polymers primarily derived from petroleum-based resources and they cause significant environmental challenges due to their durability and persistence in the environment. In particular, the long-term permanence of plastic waste in nature employs considerable pressure on ecosystems and contributes to the increasing severity of environmental pollution on a global scale (Geyer et al., 2017). In the same vein, the lack of effective and comprehensive policies regulating plastic use has further worsened these environmental problems (UNEP, 2018). Growing environmental concerns, the finite nature of fossil resources and the increasing demand for sustainability, bioplastics have gained greater attention as an alternative solution to conventional plastics.

The concept of bioplastics is sometimes used incorrectly. It is not possible to state that polymers derived from biomass are entirely harmless to the environment. Bio-based materials cannot always be regarded as environmental-friendly unless they are evaluated from a life cycle perspective. Definitions recently altered indicate that it must be either bio-based or biodegradable for a plastic material to be classified as a bioplastic (Baydemir, 2020; Klein et al., 2019). The term *bioplastic* encompasses plastics derived from renewable resources (bio-based plastics) as well as plastics that are capable of biodegrading under uncontrolled conditions at the end of their service life. Bio-based plastics are produced partially or entirely from biological resources. They are with plant-based feedstocks constituting the primary raw material. Sugarcane is widely used in the production of these plastics in many industries; however, corn and other plant-based materials may also be utilized depending on demand. Bio-based plastics can exhibit properties comparable to those of their fossil-based counterparts while they also contribute to a reduction in carbon footprint (Harding et al., 2017; Kılınc et al., 2017; Nand et al., 2013). Nevertheless, Petroleum-based plastics commonly used in the packaging industry primarily include polyethylene terephthalate (PET), polyethylene (PE), which is produced from natural gas-derived resin and polypropylene (PP), which is derived from crude oil. In petroleum-based biodegradable bags, plastic polymers constitute the main raw material. During the manufacturing process, petroleum-based plastic packaging is blended with specific additives, thereby it enables the material to become biodegradable (Düzakın, 2021; Gironi & Piemonte, 2011; Karakuş & Ayhan, 2019; Mooney, 2009).

The production of synthetic, non-biodegradable plastics imposes a significant burden on the environment because decomposing of these materials may require decades or even centuries. The inability of certain plastics to undergo biodegradation indicates that their chemical structures cannot be sufficiently altered by naturally occurring microorganisms, water, carbon dioxide or methane. The non-biodegradable nature of most petroleum-based synthetic plastics contributes to the accumulation of more plastic waste, thereby exacerbating environmental impacts, including global warming potential, carcinogenicity, ozone layer depletion, ecotoxicity and eutrophication. The increasing accumulation of plastic waste in the environment has forced many industrial sectors to develop biodegradable plastics (Thakur et al., 2018). Biodegradable plastics are capable of decomposing almost completely through natural processes within a few months, and they leave no toxic residues. During the degradation process, these materials are broken down by microorganisms into naturally occurring substances such as carbon dioxide, water and biomass. Biodegradable materials are generally non-toxic and do not pose risks to human health. As fully compostable materials, they are considered environmentally compatible. Bioplastics, which may be bio-based and/or biodegradable, offer promising solutions to many environmental challenges (European Bioplastics, 2019: Bioplastics industry shows dynamic growth, 2019; Venkatachalam & Palaniswamy, 2020). In particular, biodegradable bioplastics hold promise for reducing environmental pollution and supporting the conservation of natural ecosystems.

Bioplastics comprise a broad group of bio-based polymers with diverse properties and applications, and they continue research on the development of new materials in this field. The most common types of bioplastics are as follows: 1. Starch-based bioplastics: These are generally produced from corn starch and are used in compostable products, single-use food items and packaging applications (Abe et al., 2021; Anugrahwidya et al., 2021). 2. Cellulose-based bioplastics: These are manufactured from cellulose esters and their derivatives, and they are used in thermoplastics, extruded films and products such as eyeglass frames (Rahman & Syamsu, 2018; Sun et al., 2021). 3. Protein-based bioplastics: These are derived from sources such as wheat gluten, casein and milk, and represent an important alternative, particularly for food packaging applications (Jiménez-Rosado et al., 2020; Perez et al., 2016). 4. Bio-derived polyethylene: This type of bioplastic is produced through the fermentation of agricultural feedstocks such as sugarcane and corn and is widely used in a variety of packaging applications (Sider & Nassar, 2021). 5. Aliphatic polyesters: This category includes bio-based polyesters such as polylactic acid (PLA), polyhydroxybutyrate (PHB) and polyglycolic acid (PGA), which are used

in the medical and pharmaceutical fields, particularly in drug delivery systems and tissue engineering applications (Sabbah & Porta, 2017; Wu, 2012).

As the negative impacts of plastics have become increasingly recognized worldwide, efforts have been made to reduce their use. This issue brings greater attention to initiatives aimed at raising public awareness. With the growing importance of recycling, the use of bioplastics has emerged as a viable alternative (Borrelle et al., 2020). While benefiting from technology and industrial development for many years, humans have also found numerous ways to deplete natural resources, pollute the environment, and damage ecosystems. Mineral resources, soil, forests, living organisms, energy and many other natural resources have been excessively exploited to support social production and meet individual needs. While remarkable achievements have been made in science and technology, the global economy has experienced substantial growth as well. However, people have gradually become aware of the extent to which their living environment has been damaged (Hoang et al., 2021; Li, 2018). As a result, the need to promote sustainable environmental awareness and to increase individuals' awareness of the products they use has become increasingly evident (Coppola et al., 2021). Education for sustainable environmental awareness plays a vital role in protecting nature and ensuring its continuity. In particular, addressing this issue during the education of children and young people is of critical importance. At the same vein, adult education programs are also used to increase environmental awareness across all sectors of society. In addition, policymakers develop strategies to protect the environment and address emerging environmental challenges. Therefore, integrating sustainable environmental awareness into curricula at all levels of education has become a matter of considerable importance (Heidari & Heidari, 2015; Kim & Jeong, 2022). Environmental protection education helps both students and society develop behaviors that contribute to creating a greener and more sustainable living environment. Today, particularly in the curricula of developed countries, fostering individuals with a strong awareness of environmental protection is regarded as an important educational outcome (Kollmuss & Agyeman, 2002; UNESCO, 2014). Nevertheless, it is quite difficult to state that these efforts alone are sufficient to establish widespread public awareness of sustainable environmental education.

The Multiple Motivations toward Environmental Protection Scale (MEPS), developed by Gkargkavouzi et al. (2019), deals with environmental protection behaviors within the framework of various motivational dimensions such as ethical responsibility, respect for nature, the value placed on environmentally friendly practices and achieving economic savings through the

conservation of natural resources. In this context, the scale enables the multidimensional assessment of attitudes and behaviors toward environmental protection. Kaiser et al. (2007) developed the Behavior-Based Environmental Attitude Scale and dealt with evaluating attitudes toward nature conservation. In the scale a relationship between environmental protection awareness and everyday life is established. Fernández-Manzanal et al. (2007) developed the Environmental Attitude Scale using a sample of university students. The scale focuses on environmental attitudes and behaviors, such as organizing environmental activities at universities, preferring recyclable products and protecting birds. As seen, the scales available in the literature provide a general perspective on environmental issues and pollution. In contrast, the scale developed in the present study is designed to determine perceptions of the effects of bioplastics on nature and the reasons for their use. In this regard, the proposed scale is expected to fill an important gap in the existing literature.

The global climate crisis is becoming increasingly evident with each passing day. Plastic waste has become a threat not only to human life but also to the survival of all living organisms in nature. Sustainable environmental education encourages individuals to become more sensitive to physical, economic, environmental and social and political issues while enhancing their awareness of these matters (IPPC, 2021; UNEP, 2018). During the educational process, when individuals perceive themselves as being responsible for protecting the environment, it promotes the development of environmental knowledge throughout society. To achieve this, educational institutions and members of society should be provided with high-quality educational materials (Hungerford & Volk, 1990). This study is based on the understanding that fostering new and contemporary behaviors through sustainable environmental education is essential. Promoting the use of bioplastics is necessary to protect both human health and the natural environment. Raising awareness of environmental protection is one of the most effective ways to achieve this. A high level of public environmental awareness is considered one of the most important indicators of a country's level of development. Therefore, fostering meaningful consumer awareness that encourages the use of bioplastics is highly desirable. This study was conducted in response to the need for a scale to measure individuals' perceptions of bioplastic use. Accordingly, the aim of this study is to develop a valid and reliable scale for measuring university students' awareness of the use of bioplastic products.

2. Method

In this study, a scale was developed to determine university students' awareness of the use of bioplastic products. A survey design was adopted in accordance with the quantitative research method. The survey design allows for the systematic examination of data related to events, objects, phenomena and individuals (Gable, 1994). Therefore, the survey design makes it possible to describe the existing situation objectively and in accordance with scientific principles.

2.1. Participants

The development of the Bioplastics Awareness Scale (BASUS) was carried out within the scope of an ERASMUS+ project on the use of bioplastics (Project No. 2021-1-IT01-KA220-VET-000033225). To determine the study group, the convenience sampling method, one of the purposive sampling techniques, was employed (Gurbetoğlu, 2018). Accordingly, practical and cost-effective approaches were adopted to access the participants. The validity and reliability analyses of the scale were conducted with university students enrolled in the first, second, third and fourth years during the study process, regardless of their department. For this purpose, the scale was prepared as an online questionnaire and administered electronically. The online questionnaire was distributed to students at 27 universities located across the seven geographical regions of Türkiye, without considering faculty or departmental differences. To facilitate the data collection process, faculty members at these universities were contacted and the scale was sent to those who agreed to administer the questionnaire. Consequently, the preliminary version of the scale was administered online to university students enrolled in 29 different departments across 16 faculties. The study was conducted on a voluntary basis with 261 participants (female = 161; male = 100). Of these participants, 120 (46.0%) were first-year students, 63 (24.1%) were second-year students, 30 (11.5%) were third-year students, and 48 (18.4%) were fourth-year students.

2.2. Development of the Data Collection Instrument

From the very beginning of the study, the research was conducted in accordance with the principles of scientific research methodology, and each step of the scale development process was systematically implemented. Accordingly, a roadmap consistent with the scale development process was established. The stages of scale development are differently accentuated in the literature, with various sources proposing different procedures (Acar Güvendir & Özer Özkan, 2015; Castillo, 2022; Stratman & Roth, 2002; Zhou, 2019). Within the

scope of this study, the scale development process was initiated based on the stages presented below.

2.2.1. Development of the Item Pool

To develop the scale items, a comprehensive review of the relevant literature was conducted (Bhagwat et al., 2020; Cecchini, 2017; Ibrahim et al., 2021; Kale et al., 2007; Karana, 2012; Mose & Maranga, 2011; Piemonte, 2011; Sidek et al., 2019). The literature review provided the theoretical framework for the study. In addition, seven open-ended questions were prepared to determine university students' awareness of bioplastics. These questions were submitted to three experts for evaluation and their opinions were sought regarding whether the questions would generate sufficient data. Two faculty members specializing in Science Education examined the questions in terms of their suitability for environmental education, while one expert in Educational Measurement and Evaluation assessed their effectiveness in obtaining the intended data. Based on the feedback received from the experts, one question was removed because of its similarity to the others. Consequently, university students' awareness of bioplastic products was explored using a total of six open-ended questions. The responses provided by the university students were carefully scrutinized by the researchers and the scale items were generated accordingly. Particular attention was paid to ensuring that each item accurately reflected university students' awareness of bioplastic products. As a result of this process, an item pool consisting of 34 statements was established.

2.2.2. Content Validity

To establish the content validity of the scale items, the opinions of eight expert faculty members in relevant fields and 12 university students obtained. The items were reviewed by faculty members from the departments of Environmental Engineering, Industrial Engineering, Mechanical Engineering, Science Education, Educational Measurement and Evaluation, Guidance and Psychological Counseling, Curriculum and Instruction, and Turkish Language Education. The expert in Environmental Engineering evaluated the items in terms of their contribution to the prevention of environmental pollution and the sustainability of natural resources. The expert in Industrial Engineering examined perceptions of bioplastic use within the context of raw materials, information, energy, and the environment. The expert in Mechanical Engineering evaluated perceptions of bioplastic use with regard to increasing efficiency in the utilization of natural resources. The expert in Science Education reviewed the items within the framework of a sustainable environmental perspective that emphasizes

harmony with nature. The expert in Educational Measurement and Evaluation assessed the items in terms of functionality, measurability, and usability. The expert in Guidance and Psychological Counseling examined the items with respect to clarity and their suitability for university students. The expert in Curriculum and Instruction evaluated the items in terms of their functionality. Following the revisions and modifications made in accordance with the feedback received from these experts, the items were submitted to an expert in Turkish Language Education for linguistic review. The items were further revised based on the feedback regarding language use and expression. Finally, the items were administered to a small group of university students. As a result of these procedures, three items that were considered non-functional were eliminated. Following their removal, the preliminary version of the scale was framed to consist of 31 items.

2.2.3. Construction of the Scale

Five-point Likert-type response options were added to the 31 bioplastics awareness items for which content validity had already been established (Bertram, 2007; Chyung et al., 2017; Dawes, 2008). The five-point rating scale consisted of the following response categories: strongly agree, agree, partially agree, disagree, and strongly disagree. Subsequently, a brief set of instructions was added to the preliminary version of the scale. The instructions included information about the purpose of the study and explanations regarding how university students should complete the scale. With the addition of these instructions, the preliminary version of the scale was finalized.

2.3. Data Collection

The preliminary version of the scale was transferred to a digital platform and converted into an online questionnaire. To administer the online questionnaire, universities from different regions of Türkiye were contacted. University students were reached through faculty members who volunteered to administer the preliminary scale. The university students also participated in the study on a voluntary basis. The data obtained were subsequently subjected to statistical analyses.

2.4. Data Analysis

The data obtained from the preliminary scale were first examined for their suitability for analysis. Subsequently, Exploratory Factor Analysis (EFA) and Confirmatory Factor Analysis (CFA) were conducted and reliability analyses were performed (Widaman, 2012; Widaman & Helm,

2023). Various factor extraction techniques can be used in EFA. In this study, the Principal Component Analysis (PCA) technique was preferred. Factor extraction techniques reproduce the R (correlation) matrix and calculate group components or factors. Different criteria are employed in factor extraction methods to maximize the explained variance or minimize residual correlations. The PCA technique aims to maximize the variance explained by each component while reducing the number of variables (Jain & Shandliya, 2013; Karaman et al., 2017; Loewen & Gonulal, 2015; Park et al., 2002; Schreiber, 2021). The components obtained through this process are linear combinations of the original variables. The first principal component provides the greatest amount of variance, thereby maximizing the differentiation among participants in the sample. Because PCA is the default procedure in many statistical software packages, it is one of the most widely used methods for estimating pattern coefficients.

Factor loadings, arithmetic means, standard deviations, item–total correlations and the SRMR and RMSEA values of the items included in the preliminary scale were examined through EFA and CFA. According to the literature, the most commonly used fit indices for evaluating the consistency between the proposed model and the observed data include the chi-square statistic, degrees of freedom (χ^2/df), the Comparative Fit Index (CFI), the Goodness-of-Fit Index (GFI), the Standardized Root Mean Square Residual (SRMR) and the Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA). Among these fit indices, RMSEA and SRMR values of 0.10 or lower are generally considered indicative of an acceptable model fit. Fit indices such as CFI and the Non-Normed Fit Index (NNFI) are considered acceptable when they are 0.90 or above, whereas values of 0.95 or higher indicate a good model fit. An RMSEA value below 0.05 is regarded as indicating an excellent fit, while a value below 0.10 is considered acceptable (Lubbe, 2023). The reliability of the scale items was established in accordance with accepted scientific research procedures. In addition, Cronbach's alpha coefficients were calculated for both the subscales and the overall scale. The statistical analyses conducted in this study are presented in the Results and Discussion section in the form of tables and explanatory text. SPSS 22.0 was utilized to perform the EFA, whereas LISREL 8.71 was utilized for the CFA.

2.5. Ethics Committee Approval

The study was conducted in accordance with ethical principles. To obtain ethical approval, an official application was submitted to the Social and Human Sciences Research and Publication Ethics Committee of Pamukkale University. Following the committee's review, the necessary ethical approval for conducting the study was granted. The details of the ethics

committee approval are as follows: Approval No.: E-93803232-622.02-114625; Date: October 7, 2021.

3. Results and Discussion

The results present the validity and reliability analyses of the Bioplastics Awareness Scale for University Students (BASUS). The findings include detailed results of the Exploratory Factor Analysis (EFA), Confirmatory Factor Analysis (CFA), and reliability analyses conducted during the scale development process.

3.1. Factor structure

Exploratory Factor Analysis (EFA) was conducted to determine the factor structure and construct validity of the items developed for the Bioplastics Awareness Scale for University Students (BASUS). EFA is commonly used to explore the factor structure of a scale and examine its internal reliability. In multivariate statistics, it is employed to identify the underlying structure of a relatively large set of variables (Luo et al., 2019; Stapleton, 1997; Watkins, 2018).

3.2. Exploratory Factor Analysis (EFA)

The Kaiser–Meyer–Olkin (KMO) measure and Bartlett's test were conducted to determine whether the correlation matrix among the items was suitable for factor analysis and whether the obtained data met the assumptions required for factor analysis (Shkeer & Awang, 2019). First, the Kaiser–Meyer–Olkin value for the Bioplastics Awareness Scale for University Students (BASUS) was found to be 92. In addition, Bartlett's test of sphericity for the 31 items included in the preliminary scale yielded a result of $\chi^2 = 2825,295$, $3081,235$, $DF = 351$, which indicates that P value is statistically meaningful at the 0.001 level.

The Varimax rotation technique was applied in the interpretation of the data. The primary purpose of factor rotation is to achieve conceptual interpretability. Therefore, factor rotation is performed to facilitate a clearer interpretation of the extracted factors. Varimax (Kaiser, 1959) is one of the most widely used methods for orthogonal rotation. It maximizes the variance of the squared factor loadings across factors, typically making high loadings higher and low loadings lower. In this study, the Varimax rotation technique was preferred so as to obtain a more interpretable factor structure.

In factor analysis, the most widely accepted threshold for a "good" factor loading is 0.40 (Hinkin, 1995). However, there are various opinions in the literature regarding the lower and upper limits of acceptable factor loadings. For instance, Costello and Osborne (2005) suggest

that factor loadings should exceed a specified threshold, such as 0.32 or 0.40. In the present study, only items with factor loadings of 0.40 or higher were retained. As a result of the EFA, a two-factor structure was identified.

The analyses indicated that Items 1, 6, 7 and 29 had high loadings on both factors. Therefore, these four items were excluded from the scale. The remaining factor loadings ranged from 0.46 to 0.77. The Bioplastics Awareness Scale for University Students (BASUS) consists of a total of 27 items, with which 17 items loading on the first factor and 10 items loading on the second factor.

The Total Variance Explained Table is a considerably important table in factor analysis. An explained variance exceeding 50% of the total variance is generally considered an important criterion in factor analysis. It is generally expected that the total explained variance should be at least 50% for an Exploratory Factor Analysis (EFA) to be considered statistically adequate (Yaşlıoğlu, 2017). However, although a value of 50% is widely accepted, some studies suggest that an explained variance ranging between 40% and 60% is also acceptable for EFA (Çokluk et al., 2014). The two-factor structure identified in this study explained 23.59% and 19.17% of the total variance, respectively, accounting for a cumulative explained variance of 42.768%. For the purposes of the present study, this level of explained variance could be considered relatively low but still acceptable. The eigenvalue of the first subscale was 9.301, whereas the eigenvalue of the second subscale was 2.247. The first subscale of the Bioplastics Awareness Scale for University Students (BASUS) was named “Environmental Attitude” and the second subscale was named “Reasons for Bioplastic Use”.

Table 1.

Factor Loadings, Means, Standard Deviations, Item–Total Correlations and Cronbach's alpha Coefficients of the BASUS Items

Subscales	Item No. Before EFA	Item No. After EFA	$\bar{X}$	SD	Item-Total Correlation	Factor Loading (F1)	Factor Loading(F2)
Subscale 1: Environmental Attitude	2	1	3.97	.896	.49	.59	
	3	2	3.94	1.01	.43	.56	
	8	3	3.57	1.04	.53	.56	
	9	4	4.07	.90	.52	.63	
	10	5	4.53	.76	.48	.47	
	11	6	4.25	.89	.56	.60	
	12	7	4.26	.88	.58	.57	
	13	8	4.10	.93	.61	.66	
	14	9	3.31	1.03	.60	.64	
	15	10	3.91	1.03	.56	.66	
	16	11	3.25	1.13	.44	.62	
	17	12	3.51	1.04	.59	.66	
	18	13	4.08	.94	.53	.45	
	19	14	3.29	.96	.51	.50	
	20	15	3.45	1.06	.48	.55	
	21	16	3.97	.89	.50	.48	
	25	17	3.90	.85	.61	.56	
Subscale 2: Reasons for Bioplastic Use	4	18	3.77	.96	.35		.54
	5	19	3.69	.98	.44		.60
	22	20	3.99	.92	.56		.60
	23	21	4.43	.71	.52		.52
	24	22	4.05	.88	.61		.69
	26	23	4.00	.83	.70		.73
	27	24	3.96	.89	.64		.77
	28	25	3.93	.89	.65		.74
	30	26	3.48	1.01	.42		.65
	31	27	4.12	.94	.45		.63
Eigenvalue					9.30	2.24	
Variance Explained by Subscale 1						23.59%	
Variance Explained by Subscale 2						19.17%	
Total Variance Explained						42.76%	
Cronbach's Alpha Coefficiency							
Overall Scale: 0.92			Subscale 1: 0.90		Subscale 2: 0.88		

As displayed in Table 1, the first subscale consists of 17 items (Items 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, and 17). This subscale was named 'Environmental Attitude'. The Environmental Attitude subscale includes items related to the conscious use of bioplastics and the demonstration of behaviors that contribute to environmental protection. The lowest factor loading of the items in this subscale is 0.45, whereas the highest factor loading is 0.66. The second subscale was named 'Reasons for Bioplastic Use'. The Reasons for Bioplastic Use subscale consists of 10 items (Items 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, and 27). These items primarily address the reasons for preferring bioplastic products and perceptions regarding their

composition. The lowest factor loading in the Reasons for Bioplastic Use subscale was 0.52, whereas the highest was 0.77. The minimum weighted raw score that each participant can obtain from the scale is 27, whereas the maximum weighted raw score is 135. A higher total score indicates that participants have positive perceptions of the use and applications of bioplastics, whereas a lower total score indicates that participants do not have positive perceptions of the use and applications of bioplastics (see Appendix 1 for the final version of the scale).

3.3. Confirmatory Factor Analysis (CFA)

Confirmatory Factor Analysis (CFA) was conducted to determine whether the two-factor structure identified through the Exploratory Factor Analysis (EFA) could be confirmed (Brown, 2012; Harrington, 2009). The analyses were performed using the LISREL 8.71 statistical software package. CFA was applied to confirm the two-factor structure obtained from the EFA, consisting of 17 items in the first subscale and 10 items in the second subscale. The literature denotes that several fit indices are commonly used to evaluate the adequacy of a measurement model.

Confirmatory Factor Analysis (CFA) was performed on the first factor (17 items) and the second factor (10 items) obtained from the AFA results. The CFA results for the structure of the BIOF scale were $\chi^2 = (323; N = 261) 826.65$; RMSEA = 0.077; SRMR = 0.066; CFI = 0.95; NNFI = 0.95; NFI = 0.92. For RMSEA, a value in the range of 0.05–0.08 indicates "acceptable/good fit" (Chen et al., 2008). A reasonable fit can also be said to exist for this research. According to Hu and Bentler (1999), $SRMR \leq .08$ is the recommended upper limit for good model fit. SRMR values below 0.08 indicate that the model shows an acceptable level of fit with the observed data. The CFI value indicates that the model has a good fit. A threshold of 0.95 means the model explains the data very well compared to the base model. The NNFI (TLI) value confirms that your model has a good fit. An NNFI of 0.95 or higher is important in demonstrating the quality of the model, regardless of sample size. For NFI, 0.90–0.95 is considered acceptable, and 0.95 or higher is considered a good fit. An NFI of 0.92 indicates that the model is within an acceptable fit range.

Table 2.

CFA Results

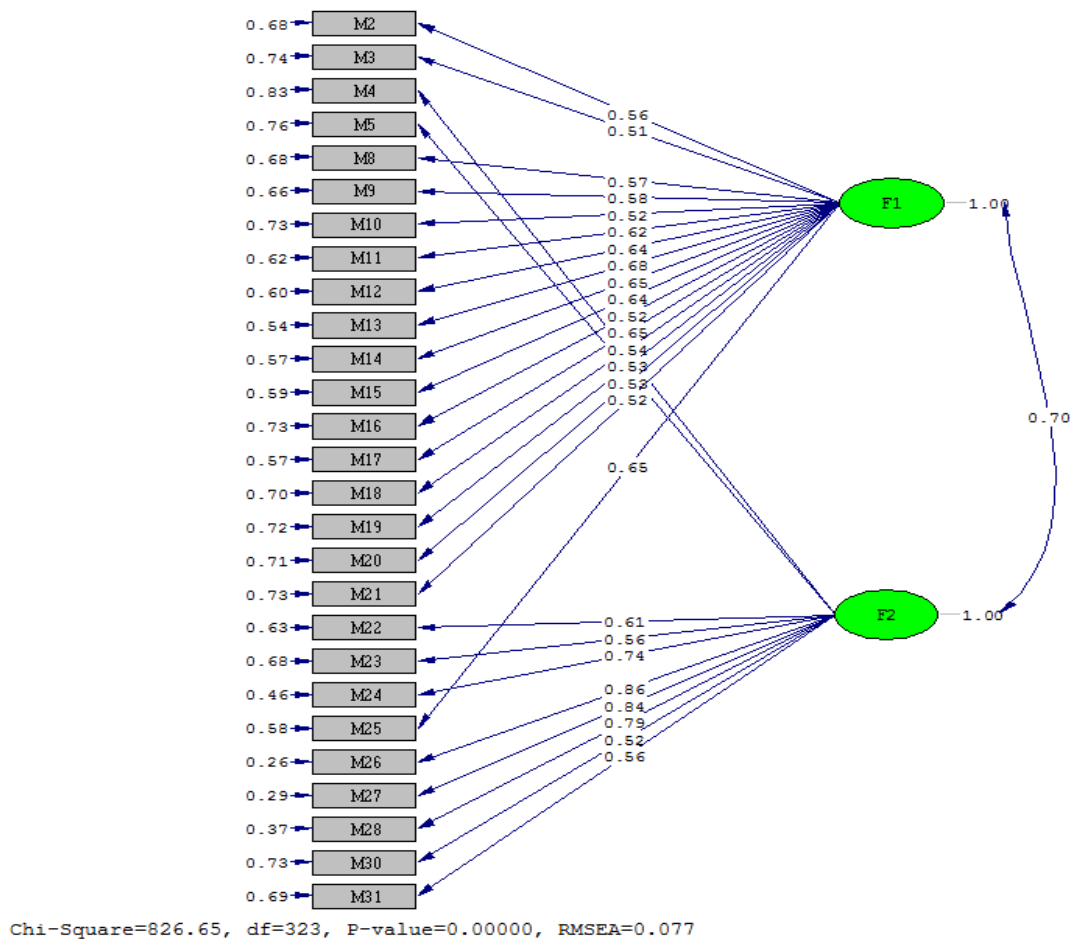
Fit Indices	RMSEA	SRMR	CFI	NNFI	NFI	χ^2	Df	χ^2 / Df
Fit Values	0.77	0.66	0.95	0.95	0.92	826.65	323	2.55

Interpretation Adequate Acceptable Good Fit Excellent Acceptable Excellent Acceptable

According to Table 2, the standardized factor loadings obtained from the CFA ranged from 0.51 to 0.86. The item parameter estimates obtained through the CFA are presented in the path diagram displayed in Figure 1.

Figure 1.

Path Diagram of the Confirmatory Factor Analysis of the Bioplastics Awareness Scale for University Students (BASUS)



3.4. Internal Consistency Reliability

Cronbach's alpha coefficients were calculated to determine the internal consistency of the overall scale and its subscales. The Cronbach's alpha coefficient for the first subscale of the Bioplastics Awareness Scale for University Students (BASUS) was 0.90, whereas the coefficient for the second subscale was 0.88. The Cronbach's alpha coefficient for the overall scale was 0.92.

4. Conclusion, Discussion and Recommendations

In this study, the Bioplastics Awareness Scale for University Students (BASUS) was developed. The review of the relevant literature revealed that no awareness scale designed to measure perceptions of bioplastic use or bioplastic applications has been reported. However, numerous national (Afacan & Güler, 2011; Artvinli & Demir, 2018; Berberoglu & Tosunoglu, 1995; Güven, 2013; Okur & Yalçın-Özdilek, 2012; Uğulu et al., 2013; Yücel & Özkan, 2014) and international (Arcury, 1990; Bruni et al., 2012; De Groot & Steg, 2008; Leeming et al., 1995; Pelletier et al., 1998; Perkins, 2010; Schultz, 2001; Tarrant & Cordell, 1997) scales have been developed to assess environmental awareness and environmental protection. These scales have been designed for different educational levels, diverse segments of society and various age groups. In this respect, the BASUS has a unique structure. It is specifically designed to assess perceptions of the use and applications of bioplastics. Consequently, the scale provides an opportunity to examine sustainable environmental education from a more comprehensive perspective.

In the current study, the scale development process was carried out by following the established stages of scale development. Accordingly, the following steps were implemented in sequence: a). development of the item pool, b). content validity, c). construction of the preliminary scale, d). data collection, and e). data analysis. Based on the review of the relevant literature and the responses obtained from the open-ended questions, 34 statements were generated and an item pool was established. To ensure content validity, the opinions of experts in relevant fields were obtained and the necessary revisions and modifications were made in accordance with their feedback. Following the content validity process, 31 items remained in the item pool. Five-point Likert-type response options (Strongly Appropriate, Appropriate, Somewhat Appropriate, Not Appropriate and Not Appropriate at All) were then added to the remaining items, resulting in the preliminary version of the scale. The preliminary scale was subsequently converted into an online questionnaire and administered to university students at 27 different universities.

The factor analysis revealed a two-factor structure. The first subscale of the Bioplastics Awareness Scale for University Students (BASUS) consists of 17 items, whereas the second subscale consists of 10 items. The first subscale of the BASUS was named Environmental Attitude and the second subscale was named Reasons for Bioplastic Use. Accordingly, the BASUS comprises a total of 27 items across two subscales. Based on the findings obtained from the analyses, it can be concluded that the BASUS is a valid and reliable instrument for measuring university students' awareness of bioplastic products.

Timur and Yılmaz (2013) adapted the Environmental Behavior Scale into Turkish. The original version of the scale was developed by Goldman et al. (2006). The adaptation study was conducted with science and technology teachers ($n = 208$). The EFA revealed a six-factor structure. The item–total correlations of the 20-item scale ranged from 0.238 to 0.790. The CFA results ($RMSEA = 0.078$) also revealed that the scale denoted high reliability. The scale includes items related to environmental protection, covering topics such as the protection of public spaces, paper consumption, plastic bag use, and nature walks. Therefore, it encompasses a broad range of topic distribution. In contrast, the Bioplastics Awareness Scale for University Students (BASUS) focuses on topics such as the effects of bioplastic materials on the environment and their individual use. Furthermore, both scales were developed for adult populations. In light of these findings, it can be concluded that the proposed scale unveils structural characteristics similar to those of other instruments reported in the relevant literature. In the same vein, the BASUS offers a comprehensive and up-to-date framework.

Karadağ et al. (2023) adapted the Environmentally Responsible Product Consumption Behavior Scale into Turkish. The study was conducted with 484 participants. To assess the reliability of the scale, a test–retest procedure was performed. The EFA yielded a four-factor structure, with factor loadings ranging from 0.52 to 0.85. The CFA results ($RMSEA = 0.09$) also confirmed the factor structure identified through the EFA. The items included in the scale focus on individual choices based on environmental responsibility, with particular emphasis on the purchase of environmentally responsible products. The items primarily address concerns, thoughts and planning behaviors related to environmentally responsible consumption. Similarly, the Bioplastics Awareness Scale for University Students (BASUS) includes both behavioral and cognitive items. In addition, both scales were developed for adult populations. In this context, it can be concluded that although the proposed scale shares similar theoretical foundations with existing instruments, the BASUS incorporates original dimensions that distinguish it from the scales currently available in the literature.

Yeşil and Turan (2020) developed the Environmental Attitude Scale with the participation of 170 respondents. Using EFA, the scale was found to have a five-factor structure. The correlation coefficients of the 20-item scale ranged from 0.65 to 0.90. According to the CFA results, the model fit index (RMSEA = 0.06) indicated an acceptable level of fit. The scale includes items related to topics such as the preservation of green spaces in urban areas, electricity consumption, tree planting, and noise pollution. Accordingly, the content of the scale covers a wide range of environmental issues. In contrast, the Bioplastics Awareness Scale for University Students (BASUS) has a more specific focus, as its items are exclusively related to bioplastic products. Furthermore, both scales were developed for adult populations. However, by concentrating specifically on bioplastic products, the BASUS provides a more specialized measurement instrument. In this respect, unlike scales that assess general environmental attitudes, it enables a more in-depth evaluation of awareness regarding a specific environmental issue.

Uzun et al. (2019) developed the Environmental Attitude Scale (EAS) with middle school, high school, and university students ($n = 1687$) from Finland, the United States, and Türkiye. The scale consists of three subscales: The Environmental Behavior Subscale (13 items), the Environmental Opinion Subscale (11 items) and the Environmental Emotion Subscale (16 items). The Cronbach's alpha coefficient for the overall scale was $\alpha = 0.94$. The Cronbach's alpha reliability coefficient was $\alpha = 0.91$ for the first subscale, $\alpha = 0.82$ for the second subscale, and $\alpha = 0.94$ for the third subscale. The factor loadings of the scale items ranged from 0.60 to 0.79. No CFA was conducted in the study. The scale also includes items addressing various topics, such as reading about environmental issues, watching environmental programs, and protecting endangered species. Since the Bioplastics Awareness Scale for University Students (BASUS) focuses on perceptions regarding the use of bioplastics in nature, it has a more clearly defined scope. While the validity and reliability study of the Environmental Attitude Scale (EAS) was conducted with students at all educational levels, the BASUS was developed with university students. This indicates that, by focusing on a specific target population, the BASUS enables the collection of more in-depth data while offering a broader scope in terms of generalizability.

Cömert (2011) developed the Environmental Attitude Scale (EAS) with eighth-grade middle school students. The study was conducted with a total of 150 participants and the data were analyzed using EFA. The Environmental Attitude Scale (EAS) consists of 32 items organized into three subscales. In addition, the scale was designed using a four-point Likert format. Covering topics such as water conservation, natural habitats and the protection of the ozone

layer, the scale has a comprehensive scope. It was observed that no CFA was conducted for the Environmental Attitude Scale (EAS). Nonetheless, the Bioplastics Awareness Scale for University Students (BASUS) has a more specific structure since it includes items related to the use of bioplastic products in daily life. Furthermore, its five-point Likert format makes it more suitable for obtaining more detailed quantitative data. Nevertheless, the fact that the two scales were developed for different age groups should not be overlooked. It can be stated that the BASUS, with its structure specifically designed for university students, provides the opportunity to collect more in-depth and detailed data, whereas the Environmental Attitude Scale (EAS) offers a more comprehensive framework intended for a broader range of age groups.

Berberoglu and Tosunoglu (1995) developed a four-dimensional Environmental Attitude Scale (EAS) with the participation of 639 university students. The items representing the four dimensions were obtained through principal component analysis with Varimax rotation. Both the EFA and CFA revealed that the scale measures four dimensions, namely attitudes toward population growth, environmental issues, nuclear energy, and energy conservation. In contrast, the Bioplastics Awareness Scale for University Students (BASUS) is a two-dimensional scale. Moreover, due to its nature, it does exclude items related to nuclear energy conservation. Instead, the scale focuses on the use of bioplastic products and the prevention of environmental damage. In this respect, the BASUS is a comprehensive measurement instrument that places greater emphasis on environmental education.

The Multiple Environmental Protection Motivation Scale (MEPS) was developed using EFA, CFA, and test–retest techniques (Gkargkavouzi et al., 2019). The validity and reliability study of the scale was conducted with 400 participants aged 18 to 75 years in Thessaloniki. The scale was found to consist of seven factors with a total of 28 items. The standardized factor loadings ranged from 0.70 to 0.93. The CFA results indicated acceptable model fit (SRMR = 0.05; RMSEA = 0.04). The scale addresses issues such as the ethical responsibility of protecting the environment, respect for nature, attaching importance to pro-environmental practices and achieving economic savings through environmental conservation. Different dimensions of environmental protection are addressed in the scale. Since the items included in the Bioplastics Awareness Scale for University Students (BASUS) are generally related to perceptions, they include thoughts concerning cognitive, affective and psychomotor behaviors. Both scales were developed for adult populations. The validity and reliability study of the BASUS was conducted with university students, whereas the MEPS was developed with a sample covering a broader

age range. In this context, while the BASUS focuses on perceptual dimensions, the MEPS offers a multidimensional measurement approach.

Kaiser et al. (2007) developed the Behavior-Based Environmental Attitude Scale using Rasch-type models and EFA. The scale was administered to 928 middle school students in the state of Bavaria, Germany. The factor loadings of the items ranged from 0.38 to 0.77. The 40-item scale consists of a six-factor structure and the items primarily emphasize behaviors related to environmental protection. In the scale, environmental protection is addressed as being integrated into everyday life behaviors. For example, daily life situations such as turning off the lights when leaving a room and preferring to walk or ride a bicycle for short distances are frequently included. The Behavior-Based Environmental Attitude Scale developed by Kaiser et al. (2007) primarily focuses on environmental protection behaviors in everyday life and targets middle school students. Nevertheless, the Bioplastics Awareness Scale for University Students (BASUS) targets university students and its items focus on the perceptual dimensions of bioplastic product use. In this respect, while the Behavior-Based Environmental Attitude Scale (2017) gives priority to behavioral constructs, the BASUS offers a more specific structure for assessing awareness.

Kaiser et al. (1999) developed a scale aimed at establishing environmental attitude as a strong predictor of ecological behavior. In their study, a unified attitude concept and a probabilistic measurement approach were adopted based on Ajzen's Theory of Planned Behavior. The validity and reliability study of the General Ecological Behavior Scale (GEB) was conducted with members of two ideologically different Swiss transportation associations ($n = 3000$). The study confirmed three orthogonal dimensions through factor analysis: (1) environmental knowledge, (2) environmental values, and (3) ecological behavioral intention. A structural equation model was used to confirm the proposed model. Environmental knowledge and environmental values explained 40% of the variance in ecological behavioral intention, which, in turn, predicted 75% of the variance in general ecological behavior. Although the scale consists of 38 items, 6 of these are prosocial in nature. While the scale includes environmentally related issues such as the melting of polar ice caps, the use of fossil fuels and the interdependence of all living organisms for survival, it also contains prosocial items such as "I sometimes give my change (the leftover of money) to beggars." The prosocial items are distributed randomly throughout the scale. In this respect, the scale has a different structure. The BASUS does not include prosocial items. All items are based on associating the use of bioplastics with an environmentally friendly perspective. The BASUS addresses only perceptions

related to the use of bioplastics within an environmental framework. In this respect, it constitutes a specific measurement instrument.

Fernández-Manzanal et al. (2007) developed an Environmental Attitude Scale for university students. A total of 952 students participated in the study. The scale consists of 20 items and EFA was conducted. No CFA was performed. Some of the scale items focus on organizing environmental activities at universities, purchasing recyclable products and protecting birds. The BASUS focuses on the effects of bioplastics on nature and the necessity of their use. Although both scales were developed with the participation of university students, the scale developed by Fernández-Manzanal et al. (2007) addresses general environmental attitudes and various environmental behaviors, whereas the BASUS focuses on awareness of the use of bioplastics and their effects on nature. Therefore, the BASUS enables the assessment of awareness regarding a specific environmental issue.

Milfont and Duckitt (2004) developed a 99-item Environmental Attitude Scale to measure environmental attitudes. The study was conducted with 455 undergraduate students and both EFA and CFA were performed to test the higher-order factor structure. The EFA results revealed a 10-factor structure. The factor loadings were found to range from 0.30 to 0.80. The CFA indicated that a correlated two-factor solution provided the best fit to the data. The scale includes items addressing issues such as enjoying nature, spending time with animals living in nature, using recyclable materials, developing alternative fuels to fossil and nuclear fuels, and promoting the use of solar energy. Some of the items included in the Environmental Attitude Scale are similar to those in the BASUS. For example, items related to the use of recyclable materials to protect the environment are similar in terms of content. However, since the Environmental Attitude Scale contains a considerably larger number of items, environmental issues are addressed within a broader context. Both scales were developed with university students. Although both scales were developed with university students, it can be argued that the Environmental Attitude Scale developed by Milfont and Duckitt (2004), with its 99-item structure and numerous factors, addresses environmental issues within a broad context and enables the multidimensional assessment of environmental attitudes. In contrast, the BASUS offers a more specific and focused approach by concentrating its items on the use of bioplastics and their effects on nature. In this context, while the BASUS provides the opportunity to examine awareness of bioplastics in relation to the environment in greater depth, the Environmental Attitude Scale allows for the assessment of a more comprehensive profile of environmental awareness and attitudes.

The developed Bioplastics Awareness Scale (BASUS) focuses on measuring university students' perceptions and views regarding the use of bioplastics and was developed solely with the participation of this student group. However, developing similar scales that can be applied across all levels of education may contribute to strengthening sustainable environmental awareness among a broader range of age and educational groups. Furthermore, developing scales to measure bioplastics awareness with participants from different age groups and occupational fields would enable a more comprehensive assessment of perceptions and attitudes toward the use of bioplastics. In the future, the development of awareness scales related to the use of bioplastic products, as well as instruments covering different dimensions, may pave the way for a significant contribution to diversifying the literature and deepening scientific knowledge on the subject. In this regard, the BASUS and similar scales may provide a solid foundation for both academic and applied studies in the fields of sustainable environmental awareness and bioplastics awareness.

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

The authors declare that there is no conflict of interest in this study.

RESEARCH AND PUBLICATION ETHICS STATEMENT

This research was conducted with the permission granted by the Pamukkale University Scientific Research and Publication Ethics Committee for Social and Human Sciences by decision dated 07th Sept. 2021 and numbered E-93803232-622.02-114625.

AUTHOR CONTRIBUTION STATEMENT

The authors declare that in this study, the processes of 'writing the introduction and methodology sections' and 'writing and reporting the discussion section' were carried out by Prof. Dr. Fatma KIRMIZI; the processes of 'study design' and 'data analysis' by Prof. Dr. Cem GÖK; and the processes of 'data collection', 'data entry into SPSS', and 'obtaining research permissions' by Prof. Dr. Cem GÖK and Assoc. Prof. Dr. Arzum IŞITAN.

GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE USAGE STATEMENT

The authors declare that this research is an original work and that no generative artificial intelligence tools were used for text generation. Generative artificial intelligence (Claude) was utilized solely for the proofreading and language editing of the English section following translation.

Üniversite Öğrencilerine Yönelik Biyoplastik Farkındalık Ölçeği (BİYOF): Ölçek Geliştirme Çalışması

Doç. Dr. Arzum İŞİTAN, Pamukkale Üniversitesi, aisitan@pau.edu.tr, 0000-0002-5228-9788

***Prof. Dr. Fatma KIRMIZI**, Pamukkale Üniversitesi, fsusar@pau.edu.tr, 0000-0002-0426-1908

Prof. Dr. Cem GÖK, İzmir Bakırçay Üniversitesi, cem.gok@bakircay.edu.tr, 0000-0002-8949-8129

Özet: Biyoplastikler, kullanım sonrası uygun olmayan koşullarda dahi biyolojik olarak parçalanabilen ve çoğunlukla yenilenebilir kaynaklardan üretilen polimerlerdir. Bu araştırmanın temel amacı, biyoplastik farkındalığını ölçmeye yönelik geçerli ve güvenilir bir ölçek geliştirmektir. Araştırma sürecinde nicel araştırma yaklaşımı benimsenmiş ve bu kapsamda tarama modeli kullanılmıştır. Katılımcıların belirlenmesinde uygun örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Ölçeğin geçerlik ve güvenilirlik analizleri, 1., 2., 3. ve 4. sınıf düzeylerinde öğrenim gören üniversite öğrencilerinden oluşan bir örneklem (n=261) üzerinde yürütülmüştür. Açık uçlu soruların hazırlanması ve ilgili alan yazının incelenmesi sonucunda toplam 34 ifadeden oluşan bir madde havuzu oluşturulmuştur. Alan uzmanlarının görüşleri doğrultusunda gerçekleştirilen kapsam geçerliği çalışması sonucunda üç madde çıkarılmış ve 31 maddelik taslak ölçek elde edilmiştir. Açımlayıcı faktör analizi sonucunda dört madde daha elenmiş ve iki faktörlü bir yapı belirlenmiştir. Biyoplastik Farkındalık Ölçeği (BİYOF), birinci alt boyutta 17 ve ikinci alt boyutta 10 olmak üzere toplam 27 maddeden oluşmaktadır. Birinci alt boyut “çevreci anlayış”, ikinci alt boyut ise “biyoplastik kullanım nedenleri” olarak adlandırılmıştır. İki faktörlü yapının açıkladığı toplam varyans oranı %42,768 olup, bunun %23,591’i birinci faktör, %19,177’si ise ikinci faktör tarafından açıklanmaktadır. Birinci alt boyuttaki maddelerin faktör yükleri 0,45 ile 0,66 arasında değişirken, ikinci alt boyuttaki maddelerin faktör yükleri 0,52 ile 0,77 arasında bulunmuştur. Doğrulayıcı faktör analizi sonucunda RMSEA = 0,077 ve SRMR = 0,066 değerleri elde edilmiştir. Ölçeğin geneline ilişkin Cronbach’s Alpha güvenilirlik katsayısı ise 0,92 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Biyoplastik, Farkındalık, Ölçek geliştirme.

Sorumlu Yazar: Prof. Dr. Fatma KIRMIZI

Künyesi: İşitan, A., Kirmizi, F., & Gök, C. (2026). Bioplastic awareness scale for university students (BASUS): Scale development study, Üniversite öğrencilerine yönelik biyoplastik farkındalık ölçeği (BİYOF): Ölçek geliştirme çalışması. *The Journal of Limitless Education and Research, Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 11(2), 420 - 472. <https://doi.org/10.29250/sead.1753516>

1. Giriş

Kelime olarak "Plastik" Yunancadan gelmektedir. "Plastik" döküme uygun olan anlamındaki "plastikos" ve dökme anlamına gelen "plastos" kelimelerinden türetilmiştir (WIKİPEDİ, 2026). Plastik malzeme üretimi sırasında dövülebildiği ve yoğrulabildiği için şekil alabilmektedir. Günlük yaşamın (film, tabak, tüp, kavanoz, kutu gibi) neredeyse her alanında kullanılmaktadır (Bucci ve diğerleri, 2020; Jambeck ve diğerleri, 2015; PAGEV, 2018). Plastikler, mikro veya nanoplastiklere parçalanabilen ve kalıcılığı olan malzemelerdir. Farklı türlerle temas ettiğinde toksik olma özelliği taşıyan katkı maddeleri ile karıştırılmış uzun polimer zincirleridir (Rodrigues ve diğerleri, 2019). Tasarımdaki çok yönlülüğü, düşük maliyeti, şekil alabilmesi, hafif olması ve biyolojik olarak dayanıklılığı ile modern toplum yaşamının her alanında önemli bir yer tutmaktadır. Mutfak ürünlerinden, gıda ambalajına ve 3D baskıya kadar geniş bir uygulama yelpazesinde tercih edilmektedir (Koike, 2015; Nielsen ve diğerleri, 2020). Plastik ürünlerin küresel ölçekte üretimi ve kullanımı artmasına rağmen, bu ürünlerin atık yönetimi yetersiz kalmaktadır.

Plastikler, temel olarak karbon atomlarının diğer elementler (örneğin hidrojen, oksijen, azot, klor ve kükürt) ile bağlanmasıyla oluşan organik polimerlerden meydana gelmektedir. Kimyasal yapıları, polimerizasyon sonucu oluşan uzun zincirli moleküllerden oluşmaktadır ve bu yapı, plastiklerin kimyasal özelliklerini büyük ölçüde etkilemektedir. Plastikler, termoplastik ve termoset olmak üzere iki ana kategoriye ayrılır (Desidery & Lanotte, 2022). Termoplastikler, ısıtıldığında eritilip yeniden şekillendirilebilirken, termosetler ısı ile kimyasal değişime uğrayarak sert bir yapı kazanır ve tekrar şekillendirilemez. Plastiklerin kimyasal dayanıklılıkları, farklı kimyasal reaktiflere karşı direnç göstermelerini sağlayarak ambalajlama ve inşaat gibi birçok alanda kullanılmalarına olanak tanır (Desidery & Lanotte, 2022). Buna ek olarak, biyoplastiklerin yalnızca ambalaj ve gıda hizmetleriyle sınırlı kalmayıp elektronik ve otomotiv sektörlerinde de kullanımına yönelik çalışmalar sürdürülmektedir (Applications for bioplastics, 2025; Grand View Research, 2018). Ayrıca, günlük yaşamda kullanılan pek çok ürünün gelecekte biyoplastiklerden üretilmesi beklenmektedir (Atiwesh ve diğerleri, 2021; Venkatachalam & Palaniswamy, 2020). Ayrıca, moleküler düzenlerine bağlı olarak amorf ya da kristal yapıda olabilen plastikler, bu yapısal farklılıklardan dolayı mekanik dayanım, termal davranış ve yoğunluk gibi fiziksel özellikler açısından çeşitlilik gösterir (Padsalgikar, 2017; Su, 2013). Bu özellikler, plastiklerin çeşitli endüstriyel alanlarda geniş bir kullanım yelpazesine sahip olmasını sağlamaktadır.

Plastikler, büyük ölçüde petrol türevlerinden elde edilen sentetik polimerler olup, dayanıklılıkları ve uzun süre bozulmadan kalabilmeleri nedeniyle çevresel açıdan önemli sorunlara yol açmaktadır. Özellikle plastik atıkların doğada kalıcılığı, ekosistemler üzerinde ciddi baskılar oluşturmakta ve küresel ölçekte çevre kirliliğinin artmasına neden olmaktadır (Geyer ve diğerleri 2017). Bununla birlikte, plastik kullanımına yönelik etkili ve kapsamlı politikaların yeterince geliştirilememiş olması, söz konusu çevresel sorunların daha da derinleşmesine yol açmaktadır (UNEP, 2018). Artan çevresel kaygılar, fosil kaynakların sınırlılığı ve sürdürülebilirlik gereksinimleri doğrultusunda biyoplastikler, geleneksel plastiklere alternatif bir çözüm olarak daha fazla önem kazanmaktadır.

Biyoplastik kavramı zaman zaman yanlış kullanılmaktadır. Biyokütlelerden elde edilen polimerlerin çevreye tamamen zararsız olduğunu söylemek pek mümkün değildir. Yaşam döngüsüne ilişkin olarak bir değerlendirme yapılmayan biyo bazlı malzeme her zaman çevre dostu değildir. Son yıllarda yapılan tanımlamalar gösteriyor ki bir plastik malzemenin biyoplastik ürünler arasında değerlendirilebilmesi için biyo bazlı ya da biyobozunur olması gerekmektedir. (Baydemir, 2020; Klein ve diğerleri, 2019). Biyoplastik terimi, kullanım ömrü sonunda kontrolsüz koşullar altında biyolojik olarak bozulan plastikler gibi yenilenebilir kaynaklardan (biyo bazlı plastikler) elde edilen plastikleri kapsamaktadır. Biyo bazlı plastikler, kısmen veya tamamen biyolojik kaynaklardan üretilen plastiklerdir. Biyo bazlı plastiklerin hammaddesi çoğunlukla bitki bazlıdır. Bu plastiklerin üretiminde birçok endüstride şeker kamışı kullanılmaktadır. Ancak talebe göre mısır ve diğer bitki materyallerinin de kullanılması mümkündür. Biyo bazlı plastiklerin fosil bazlı muadilleriyle eşdeğer özelliklere sahip olduğunu söylemek mümkündür. Aynı zamanda karbon ayak izinin azaltılmasına da yardımcı olmaktadır (Hardingve diğerleri, 2017; Kılınç ve diğerleri, 2017; Nand ve diğerleri, 2013). Ambalaj sektöründe yaygın şekilde kullanılan petrol bazlı plastikler ise çoğunlukla PET- polietilen tereftalat, PE-doğal gazdan üretilen polietilen reçine, PP-ham petrolden türetilen polipropilen gibi plastikleri oluşturmaktadır. Petrol bazlı biyobozunur poşetlerde ana hammadde plastik polimerleridir. Üretim esnasında petrol bazlı plastik ambalaj katkılarıyla karıştırılmakta ve böylece biyobozunur hale getirilmektedir (Düzakin, 2021; Gironi & Piemonte, 2011; Karakuş & Ayhan, 2019; Mooney, 2009).

Sentetik ve biyobozunur özellik göstermeyen plastiklerin üretimi çevre için bir yükür; çünkü bu plastiklerin parçalanması on yıllar ya da yüzyıllar almaktadır. Bazı plastiklerin biyolojik olarak parçalanamaması, kimyasal yapılarının doğal olarak oluşan mikroorganizmalar, su, karbondioksit veya metan tarafından yeterince değiştirilemediğini göstermektedir. Çoğu petrol bazlı sentetik plastiğin biyolojik olarak parçalanamaması, küresel ısınma potansiyeli, kanserojen,

ozon tabakasının incelenmesi, eko-toksikite ve ötrofikasyon gibi önemli çevresel etkileri teşvik eden daha fazla plastik atığın toplanmasına yol açmaktadır. Çevrede büyük miktarda plastik atık birikmesi, birçok endüstriyel alanı biyolojik olarak parçalanabilir plastik üretmeye zorlamaktadır (Thakur ve diğerleri, 2018). “Biyolojik olarak parçalanabilen” plastikler, birkaç ay sonra neredeyse tamamen doğal süreçler aracılığıyla parçalanabilmekte ve toksik kalıntı bırakmamaktadır. Bu malzemeler, bozunma süreci sırasında mikroorganizmalar tarafından parçalanarak karbondioksit, su ve biyokütle gibi doğal ürünlere dönüşebilir. Biyolojik olarak parçalanabilen malzemeler genellikle toksik olmayan özelliklere sahiptir ve insan sağlığına zarar vermezler. Tamamen kompostlanabilir malzemeler olarak doğa ile barışıktır. Biyo bazlı ve/veya biyobozunur olabilen biyoplastikler, birçok çevresel kaygının giderilmesi için umut vaat etmektedir (Europeanbioplastics 2019: Bioplastics industry shows dynamic growth, 2019; Venkatachalam & Palaniswamy, 2020). Biyobozunur olabilen biyoplastikler çevre kirliliğinin önlenmesinde ve doğanın korunması konusunda ümit vermektedir.

Biyoplastikler, farklı özellik ve kullanım alanlarına sahip geniş bir biyo-bazlı polimer grubunu kapsamaktadır ve bu alanda yeni malzeme geliştirme çalışmaları sürmektedir. En yaygın biyoplastik türleri şunlardır. 1. Nişasta bazlı biyoplastikler: Genellikle mısır nişastasından elde edilmekte olup kompostlanabilir ürünler, tek kullanımlık gıda malzemeleri ve ambalajlarda kullanılmaktadır (Abe ve diğerleri, 2021; Anugrahwidya ve diğerleri, 2021). 2. Selüloz bazlı biyoplastikler: Selüloz esterleri ve türevlerinden üretilmekte; termoplastikler, ekstrüde filmler ve gözlük çerçeveleri gibi alanlarda kullanılmaktadır (Rahman & Syamsu, 2018; Sun ve diğerleri, 2021). 3. Protein bazlı biyoplastikler: Buğday gluteni, kazein ve süt gibi kaynaklardan elde edilmekte olup özellikle gıda ambalajında önemli bir alternatif sunmaktadır (Jiménez-Rosado ve diğerleri, 2020; Perez ve diğerleri, 2016). 4. Biyo-türevli polietilen: Şeker kamışı ve mısır gibi tarımsal hammaddelerin fermentasyonu ile üretilmekte; çeşitli ambalaj uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Sider & Nassar, 2021). 5. Alifatik poliestesterler: PLA, PHB ve PGA gibi biyo-bazlı polyesterleri içermekte, tıp ve farmasötik alanlarda, özellikle ilaç taşıma ve doku mühendisliği uygulamalarında kullanılmaktadır (Sabbah & Porta, 2017; Wu, 2012).

Plastiklerin dünya genelinde olumsuz etkilerinin fark edilmesiyle birlikte kullanımının azaltılması yoluna gidilmiş; bu durum, toplumsal bilinç oluşturmaya yönelik çalışmaların yürütülmesini gündeme getirmiştir. Geri dönüşümün önem kazanması ile biyoplastiklerin kullanımı bir seçenek olarak ortaya çıkmıştır (Borrelle ve diğerleri, 2020). İnsanlar uzun zamandır teknolojiye ve sanayiden yararlanırken doğal kaynakları neredeyse yok etmenin, çevreyi kirliletmenin, doğaya zarar vermenin birçok yolunu bulmuşlardır. Maden kaynakları, toprak,

ormanlar, canlılar, enerji vb. toplumsal üretime hizmet etmek ve kişisel gereksinimleri karşılamak için aşırı ölçüde sömürülmüştür. Bilim ve teknolojiye birçok başarı kazanılırken, dünya ekonomisi güçlü bir şekilde gelişmiştir. Ancak bu süreçte insanlar kendi yaşam çevrelerinin ne kadar zarar gördüğünü de fark etmeye başlamıştır (Hoang ve diğerleri, 2021; Li, 2018). Sürdürülebilir çevre bilincinin geliştirilmesi ve bireylerde kullandıkları ürünlerle ilgili farkındalık oluşturulması gerekliliği ortaya çıkmıştır (Coppola ve diğerleri, 2021). Sürdürülebilir çevre eğitimi doğanın korunması ve devamlılığı için büyük bir önem taşımaktadır. Özellikle çocukların ve gençlerin eğitim sürecinde bu konunun ele alınması kritik bir öneme sahiptir. Bununla birlikte toplumun bütün kesimlerinde de çevre bilincinin artırılması için yetişkin eğitimi süreçlerinden yararlanılmaktadır. Ayrıca çevreyi korumak ve bu konuda ortaya çıkan sorunları çözmek için yöneticiler politikalar geliştirilmektedir. Bu nedenle, sürdürülebilir çevre bilincinin eğitimin her kademesinde yer alan programların tasarımına entegre edilmesi büyük bir ciddiyetle ele alınmaktadır (Heidari & Heidari, 2015; Kim & Jeong, 2022). Çevreyi koruma eğitimi, toplumun ve öğrencilerin daha yeşil bir yaşam alanı yaratmaya katkıda bulunacak davranışlar geliştirmelerine yardımcı olacaktır. Bugün özellikle gelişmiş ülkelerin programlarında çevreyi koruma bilinci gelişmiş bireyler yetiştirilmesi önemli bir kazanım olarak ele alınmaktadır (Kollmuss & Agyeman, 2002; UNESCO, 2014). Ancak bütün bunların sürdürülebilir çevre eğitimi konusunda toplumsal bir farkındalık oluşturmada yeterli olduğunu söylemek oldukça zordur.

Gkargkavouzi ve diğerleri (2019) tarafından geliştirilmiş olan “Çevre Korumaya Yönelik Çoklu Motivasyon Ölçeği (MEPS)” çevre koruma davranışlarını etik sorumluluk, doğaya saygı, çevre dostu uygulamalara verilen önem ve doğal kaynakların korunması yoluyla ekonomik tasarruf sağlama gibi çeşitli motivasyon boyutları çerçevesinde ele almaktadır. Bu bağlamda ölçek, çevreyi korumaya yönelik tutum ve davranışların çok boyutlu bir yapıda incelenmesini mümkün kılmaktadır. Kaiser ve diğerleri (2007) “Davranış Temelli Çevre Tutumu Ölçeği” geliştirmiş doğayı korumaya ilişkin tutumların değerlendirilmesini ele almıştır. Ölçekte çevreyi koruma bilinci ve günlük yaşam arasında ilişki kurulmuştur. Fernández-Manzanal ve diğerleri (2007) üniversite öğrencileri örnekleminde “Çevresel Tutum Ölçeği” geliştirmiştir. Ölçek üniversitelerde çevreye yönelik etkinliklerin düzenlenmesi, geri dönüştürülebilir ürünlerin tercih edilmesi ve kuşların korunması gibi çevresel davranış ve tutumlarına odaklanmaktadır. Görüldüğü gibi alan yazında yer alan ölçekler çevre kirliliğine ilişkin genel bir bakış açısı ortaya koymaktadır. Bu araştırma kapsamında geliştirilen ölçek ise biyoplastiklerin doğaya etkilerini ve kullanım nedenlerini belirlemeye yöneliktir. Bu bağlamda geliştirilen ölçeğin literatürdeki önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

Küresel iklim krizi her geçen gün etkisini biraz daha belirginleştirmektedir. Plastik atıklar yalnızca insanların değil doğadaki bütün canlıların yaşamını tehdit eden bir unsur haline gelmiştir. Sürdürülebilir çevre eğitimi, bireylerin fiziksel, ekonomik, çevresel, sosyal ve politik olaylara yönelik olarak duyarlı olmalarını sağlarken bu konudaki farkındalıklarını da arttırmaktadır (IPCC, 2021; UNEP, 2018). Eğitim sürecinde bireyin kendisini çevreyi korumaktan sorumlu olarak görmesi toplum genelinde çevre bilgisinin geliştirilmesinin önünü açmaktadır. Bunun için eğitim kurumlarına ve toplumun üyelerine nitelikli eğitim materyallerinin sunulması gerekmektedir (Hungerford & Volk, 1990). Bu çalışmada eğitim sürecinde, sürdürülebilir çevre eğitiminde yeni ve çağdaş davranışlar geliştirmenin önemli olduğu anlayışı ile hareket edilmiştir. İnsan sağlığını ve doğayı korumak için biyoplastik kullanımını yaygınlaştırmak gerekmektedir. Çevreyi korumaya ilişkin farkındalık oluşturmak etkili yollardan biridir. Toplumsal çevre bilincinin gelişmiş olması, o ülkenin kalkınmışlığının en önemli göstergelerinden biridir. Tüketicilerin biyoplastikleri kullanması için anlamlı bir farkındalık oluşması istenen bir durumdur. Bu çalışmada biyoplastik kullanımına ilişkin bireysel algıyı ölçmek için bir ölçek geliştirilmesi gereksinimi ile hareket edilmiştir. Çalışmanın amacı üniversite öğrencilerinin biyoplastik ürünlerin kullanımına yönelik farkındalığını ölçmeye yönelik olarak geçerli ve güvenilir bir ölçek geliştirmektir.

2. Yöntem

Bu araştırmada üniversite öğrencilerinin biyoplastik ürünlerin kullanımına ilişkin farkındalığını belirlemeye yönelik bir ölçek geliştirilmiştir. Çalışmada nicel araştırma yöntemine uygun bir şekilde “tarama modeli” tercih edilmiştir. Tarama modeli olay, nesne, olgu, kişi ile ilgili verilerin tümünün gözden geçirilmesine olanak sağlamaktadır (Gable, 1994). Dolayısıyla tarama modeli, var olan durumun tarafsız ve bilimsel ölçütler çerçevesinde ortaya konulmasını mümkün kılmaktadır.

2.1. Çalışma Grubu

“Biyoplastik Farkındalık Ölçeği (BiYOF)” geliştirmeye yönelik çalışmalar konusu biyoplastiklerin kullanımı olan bir ERASMUS+ projesi (2021-1-IT01-KA220-VET-000033225) kapsamında gerçekleştirilmiştir. Araştırma için çalışma grubunun belirlenmesinde seçkili (tercihli) örnekleme yöntemlerinden olan “uygun örnekleme yöntemi” tercih edilmiştir (Gurbetoğlu, 2018). Böylece çalışma grubuna erişmek için kolay ve ekonomik yollar değerlendirilmiştir. Ölçeğin geçerlik ve güvenirlik çalışması, bölüm ayrımı yapılmaksızın 1., 2., 3. ve 4. sınıflarda öğrenim görmekte olan üniversite öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Bunun için

ölçek çevrim içi form şeklinde hazırlanmış ve uygulama gerçekleştirilmiştir. Çevrim içi form Türkiye'nin yedi farklı coğrafi bölgesinde bulunan 27 üniversitede, fakülte ve bölüm ayrımı gözetilmeden uygulanmıştır. Bunun için öğretim elemanları ile iletişime geçilmiş ve formu uygulamayı kabul edenlere ölçek formu gönderilmiştir. Böylece aday ölçek internet üzerinden 16 fakültede, 29 farklı bölümde öğrenim gören üniversite öğrencilerine uygulanmıştır. Çalışma gönüllülük esasına dayalı bir şekilde 261 katılımcı (Kadın=161; Erkek=100) ile gerçekleştirilmiştir. Bu öğrencilerden 120 katılımcı (%46,0) 1. sınıfta; 63 katılımcı (%24,1) 2. sınıfta; 30 katılımcı (%11,5) 3. sınıfta; 48 katılımcı (%18,4) 4. sınıfta öğrenim görmektedir.

2.2. Veri Toplama Aracının Geliştirilmesi

Çalışmanın en başından itibaren bilimsel araştırma yöntemlerine uygun bir şekilde hareket edilmiş ve ölçek geliştirmenin adımları tek tek uygulanmıştır. Bunun için ölçek geliştirme sürecine uygun bir şekilde yol haritası ortaya çıkarılmıştır. Ölçek geliştirme sürecinin aşamaları farklı kaynaklarda farklı adımlarla anlatılmaktadır (Acar Güvendir & Özer Özkan, 2015; Castillo, 2022; Stratman & Roth, 2002; Zhou, 2019). Çalışma kapsamında aşağıda belirlenmiş olan başlıklar temele alınmış ve ölçek geliştirme çalışması başlatılmıştır.

2.2.1. Madde Havuzunun Oluşturulması

Yargı maddelerinin oluşturulması için öncelikle alan yazın taraması gerçekleştirilmiştir. (Bhagwat ve diğerleri, 2020; Cecchini, 2017; Ibrahim ve diğerleri, 2021; Kale ve diğerleri, 2007; Karana, 2012; Mose & Maranga, 2011; Piemonte, 2011; Sidek ve diğerleri, 2019). Yapılan alan yazın taraması ile çalışmanın kuramsal çerçevesi ortaya çıkarılmıştır. Diğer taraftan üniversite öğrencilerinin biyoplastik farkındalığını belirlemeye yönelik olarak 7 açık uçlu soru oluşturulmuştur. Bu sorular alanında uzman üç öğretim elemanın görüşüne sunulmuş ve yeterli veri toplanıp toplanamayacağı konusunda düşünceleri sorulmuştur. Fen Bilgisi Öğretimi alanında uzman olan iki öğretim elemanı soruları çevre eğitimine uygunluk açısından incelemiştir. Alanı Ölçme ve Değerlendirme olan uzman soruları veri elde etmede işlevsellik açısından incelemiştir. Alan uzmanlarından gelen dönütler doğrultusunda diğerlerine benzer olduğu belirtilen bir soru çıkarılmıştır. Toplamda altı açık uçlu soru ile üniversite öğrencilerinin biyoplastik ürünlere ilişkin farkındalıkları yoklanmaya çalışılmıştır. Üniversite öğrencilerinden gelen yanıtlar araştırmacılar tarafından büyük bir duyarlılıkla incelenmiş ve yargılar oluşturulmuştur. Yazılan her bir yargının üniversite öğrencilerinin biyoplastik ürünlere ilişkin farkındalığını ifade etmesi için titiz bir çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda 34 yargı ile madde havuzu elde edilmiştir.

2.2.2. Kapsam Geçerliliği

Maddelerin kapsam geçerliliğinin gerçekleştirilmesi için alanında uzman sekiz öğretim elemanın ve 12 üniversite öğrencisinin görüşüne başvurulmuştur. Maddeler Çevre Mühendisliği Bölümü, Endüstri Mühendisliği, Makine Mühendisliği, Fen Bilgisi Eğitimi, Eğitimde Ölçme Değerlendirme, Rehberlik ve Psikolojik Danışma, Eğitim Programları ve Öğretim, Türkçe Eğitimi bölümlerinde görev yapan öğretim elemanları tarafından incelenmiştir. Çevre Mühendisliği Bölümü alan uzmanı maddeleri çevre kirliliğinin önlenmesine katkı sağlayıcılık ve doğal kaynakların sürdürülebilirliği açısından incelemiştir. Endüstri Mühendisliği alan uzmanı biyoplastik kullanım algılarını hammadde, bilgi, enerji ve çevre bağlamında ele almıştır. Makine Mühendisliği alan uzmanı biyoplastik kullanımı algılarını doğal kaynakları kullanırken verimi artırma açısından değerlendirmiştir. Fen Bilgisi Eğitimi bölümü alan uzmanı maddeleri doğayla uyum içerisinde sürdürülebilir çevre anlayışı kapsamında değerlendirmiştir. Eğitimde Ölçme Değerlendirme alan uzmanı maddeleri işlevsellik, ölçülebilirlik ve kullanışlılık açısından ele almıştır. Rehberlik ve Psikolojik Danışma alan uzmanı maddeleri anlaşılabilirlik ve üniversite öğrencilerine uygunluk açısından incelemiştir. Eğitim Programları ve Öğretim alan uzmanı maddeleri işlevsellik açısından incelemiştir. Alan uzmanlarından gelen dönütler doğrultusunda düzeltme ve düzenlemeler yapıldıktan sonra maddeler Türkçe Eğitimi alan uzmanının görüşüne sunulmuştur. Dil ve anlatım açısından da incelenen maddeler gelen dönütler doğrultusunda tekrar gözden geçirilmiştir. Son olarak maddeler üniversite öğrencilerinden oluşan küçük bir gruba uygulanmıştır. Yapılan bu çalışmalarda işlevsel olmadığı yönünde görüş bildirilen üç madde elenmiştir. Bu işlem sonrasında 31 madde ile aday ölçek oluşturulmuştur.

2.2.3. Ölçeğin Yapılandırılması

Kapsam geçerliliği çalışmaları yapılmış olan 31 biyoplastik farkındalık maddelerine 5'li Likert ifadeleri de eklenmiştir (Bertram, 2007; Chyung ve diğerleri, 2017; Dawes, 2008). Beşli derecelendirme “tamamen katılıyorum, katılıyorum, kısmen katılıyorum, katılmıyorum, hiç katılmıyorum” ifadeleri kullanılarak yapılmıştır. Daha sonra aday ölçeğe kısa bir yönerge eklenmiştir. Yönergede çalışmanın amacına ve üniversite öğrencilerinin ölçeği nasıl dolduracaklarına ilişkin açıklamalara yer verilmiştir. Eklenen yönerge ile aday ölçek ortaya çıkarılmıştır.

2.3. Verilerin Toplanması

Aday ölçek dijital ortama aktararak çevrim içi forma dönüştürülmüştür. Çevrim içi form halindeki aday ölçeğin uygulanması için Türkiye'nin farklı üniversiteleri ile iletişime geçilmiştir.

Aday ölçeği uygulama konusunda gönüllü olan öğretim elemanları aracılığı ile üniversite öğrencilerine ulaşılmıştır. Üniversite öğrencileri de çalışmaya gönüllülük esasına göre katılmıştır. Elde edilen verilere istatistiksel analizler uygulanmıştır.

2.4. Verilerin Analizi

Aday ölçekten elde edilen veriler ile dizi analiz sınanmıştır. Verilere Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA) ve Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) uygulanmış güvenirlik çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Widaman, 2012; Widaman & Helm, 2023). AFA çalışmasında farklı faktör çıkartma teknikleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada “temel bileşenler analizi tekniği (TBA)” tercih edilmiştir. Faktör çıkartma teknikleriyle R (korelasyon) matrisi yeniden üretilmekte ve grup bileşenleri ya da faktörleri hesaplanmaktadır. Faktör çıkarma tekniklerinde, açıklanan varyansı en üst düzeye çıkarmak veya artık korelasyonları en aza indirmek amacıyla farklı ölçütler kullanılmaktadır. TBA tekniği her faktör için maksimum varyansı belirlemeyi hedefler ve değişken sayısını azaltır (Jain & Shandliya, 2013; Karaman ve diğerleri, 2017; Loewen & Gonulal, 2015; Park ve diğerleri, 2002; Schreiber, 2021). Bu süreçte elde edilen bileşenler, orijinal değişkenlerin doğrusal kombinasyonlarıdır. İlk temel bileşen ise örneklemdaki katılımcılar arasındaki ayrımı en yüksek varyansla sağlar. TBA birçok yazılım programında varsayılan prosedür olduğu için örüntü katsayılarını tahmin etmenin en yaygın yöntemlerinden biridir.

AFA ve DFA analizleri ile aday ölçekte yer alan maddelerin faktör yük değerlerine, aritmetik ortalamalarına, standart sapmalarına, madde ölçek korelasyonlarına, SRMR ve RMSEA değerlerine bakılmıştır. Literatürde test edilen modelin, analiz edilen veri ile uyumunu sınamak için kullanılan en yaygın uyum değerleri ki kare, serbestlik derecesi (X^2 / df), Comparative Fit Index (CFI), goodness-of fit index (GFI), Standardized Root Mean Square Residual (SRMR) ve Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) Uyum indekslerinden RMSEA ve SRMR 0,10 ya da daha az bir değer model için kabul edilebilir uyumun göstergesi olarak kabul edilmektedir. CFI, NNFI gibi uyum indeksleri 0,90 kabul edilebilir, 0,95 ve üstü iyi bir uyum indeksi olarak kabul edilir RMSEA değerleri 0,05 değerinin altında yer alması mükemmel bir uyum olarak düşünülürken 0,10 altındaki uyum değeri yeterli olarak kabul edilir (Lubbe, 2023). Maddelerin güvenirliği bilimsel araştırma yöntemlerine uygun bir şekilde hareket edilerek ortaya çıkarılmıştır. Ölçeğin alt boyutlarına ve bütününe ilişkin Cronbach’s Alpha değerleri de belirlenmiştir. Gerçekleştirilmiş olan istatistiksel analizler, tablolar ya da açıklamalar şeklinde bulgular ve yorum bölümünde sunulmuştur. AFA analizleri için SPSS 22 kullanılırken; DFA analizleri için de LISREL 8.71 paket programı kullanılmıştır.

2.5. Etik Kurul Belgesi

Çalışmanın yürütülmesi etik kurallara uygun bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Etik izin belgesi için Pamukkale Üniversitesinin “Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etiği Kuruluna” resmi yazışmalarla başvuru yapılmıştır. Kurula yapılan başvuru ile çalışmanın etik kurallara uygunluğuna ilişkin gerekli izin alınmıştır. Etik kurul belgesine yönelik olarak bilgiler şu şekildedir: Sayı: E-93803232-622.02-114625; Tarih: 07.10.2021

3. Bulgular ve Yorum

Bulgular bölümünde Üniversite Öğrencileri İçin Biyoplastik Farkındalık Ölçeği (BİYOF) ile ilgili geçerlik ve güvenirlik analizlerinin sonuçları sunulmuştur. Ölçek geliştirme sürecinde gerçekleştirilmiş olan AFA, DFA ve güvenirliğe ilişkin veriler ayrıntılı bir şekilde yer almaktadır.

3.1. Faktör Yapısı

Üniversite öğrencileri için biyoplastik farkındalık ölçeği geliştirilirken ortaya çıkan maddelerin faktör yapısını ve yapı geçerliğini belirlemek amacıyla AFA gerçekleştirilmiştir. AFA genellikle bir ölçeğin faktör yapısını keşfetmek ve iç güvenirliğini incelemek için kullanılır. Çok değişkenli istatistiklerde, nispeten büyük bir değişken kümesinin altında yatan yapıyı ortaya çıkarmaya yarar (Luo ve diğerleri, 2019; Stapleton, 1997; Watkins, 2018).

3.2. Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA)

Maddeler arasındaki korelasyon matrisinin faktör analizine uygun olup olmadığını, elde edilen verilerin normal dağılıp dağılmadığını belirlemek için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Barlett testleri gerçekleştirilmiştir (Shkeer & Awang, 2019). Öncelikle Öğrenci Biyoplastik Farkındalık Ölçeği (BİYOF) için Kaiser-Meyer Olkin değerinin .92 olduğu belirlenmiştir. Aday ölçekte yer alan 31 maddenin Bartlett’s Testi sonucunun ise ($\chi^2 = 2825,295$, 3081,235, DF=351) olduğu p değerinin 0,001 düzeyinde anlamlı olduğu hesaplanmıştır.

Verilerin yorumlanmasında Varimax eksen döndürme tekniği uygulanmıştır. Faktör döndürmenin amacı kavramsal anlamlılığın sağlanmasıdır. Elde edilen faktörlerin daha iyi bir şekilde yorumlanması için faktör döndürme işlemi gerçekleştirilir. Varimax (Kaiser, 1959) ortogonal döndürmeler için en bilinen yöntemlerden biridir. Faktörler arasında kare yüklerin varyansını maksimize eder. Bu, genellikle büyük yükleri daha da büyütür ve küçük yükleri daha da küçültür. Bu çalışmada daha yorumlanabilir faktörler elde etmek için Varimax tercih edilmiştir.

Faktör analizinde “iyi” faktör yüklemeleri için en bilinen sınır 0.40’tır (Hinkin, 1995). Ancak bu değerin alt ve üst sınırı ile ilgili olarak farklı görüşler vardır. Örneğin Costello ve Osborne (2005) faktör yüklerinin 0,32 veya 0,40 gibi belirli bir değeri aşmaması gerektiğini belirtmektedir. Bu çalışmada ölçek maddeleri belirlenirken faktör yük değeri 0,40 ve üstü olanların alınmasına karar verilmiştir. Gerçekleştirilen AFA ile 2 faktörlü yapı ortaya çıkarılmıştır.

Çalışmalarda 1, 6, 7 ve 29. maddelerin her iki alt faktörde yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Bu nedenle dört madde ölçekten çıkarılmıştır. Faktör yüklerinin 0.46 ile 0,77 arasında değişen yüklere sahip olduğu görülmüştür. BİYOF ölçeğinde birinci faktörde 17 ve ikinci faktörde 10 olmak üzere toplamda 27 madde bulunmaktadır.

Faktör analizinde açıklanan varyans tablosu oldukça önemli bir tablodur. Açıklanan Varyansın toplam varyans üzerinden %50’yi geçiyor olması faktör analizinin önemli bir kriteridir. Açıklanan varyans oranının, istatistiksel açıdan geçerli bir AFA için minimum %50 olması beklenir (Yaşlıoğlu, 2017). Her ne kadar % 50 olması yönünde genel bir kanı ortaya çıkmış olsa da açıklanan varyans değerinin 0,40 ile 0,60 arasında olmasının AFA açısından uygun olduğunu belirten kaynaklar da bulunmaktadır (Çokluk ve diğerleri, 2014). İki faktörlü bu yapının maddelerin tüm ölçek içindeki varyansının %23,59 ve %19,17 olmak üzere toplamda %42,768 açıklayıcılık düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma için elde edilen açıklayıcılık değerinin düşük düzeyde ancak uygun bir değer olduğunu söylemek mümkündür. Birinci alt ölçeğin öz değeri 9,301 ve ikinci alt ölçeğin öz değeri 2,247 olarak saptanmıştır. BİYOF’un birinci alt ölçeğine “çevreci anlayış” ikinci alt ölçeğine ise “biyoplastik kullanım nedenleri” adı verilmiştir.

Tablo 1.

BİYOF maddelerinin faktör yük değeri, ortalamaları, standart sapmaları, madde toplam korelasyonları ve Cronbach’s Alpha değerleri

Alt Boyutlar	AFA Öncesi Madde No	AFA Sonrası Madde No	$\bar{X}$	SS	Madde Toplam Korelasyon	Faktör Yük Değeri (F1)	Faktör Yük Değeri (F2)
1. Alt Ölçek: Çevreci Anlayış	2	1	3,97	,896	,49	,59	
	3	2	3,94	1,01	,43	,56	
	8	3	3,57	1,04	,53	,56	
	9	4	4,07	,90	,52	,63	
	10	5	4,53	,76	,48	,47	
	11	6	4,25	,89	,56	,60	
	12	7	4,26	,88	,58	,57	
	13	8	4,10	,93	,61	,66	
	14	9	3,31	1,03	,60	,64	
	15	10	3,91	1,03	,56	,66	
	16	11	3,25	1,13	,44	,62	
	17	12	3,51	1,04	,59	,66	

	18	13	4,08	,94	,53	,45	
	19	14	3,29	,96	,51	,50	
	20	15	3,45	1,06	,48	,55	
	21	16	3,97	,89	,50	,48	
	25	17	3,90	,85	,61	,56	
2. Alt Ölçek: Biyoplastik Kullanım Nedenleri	4	18	3,77	,96	,35		,54
	5	19	3,69	,98	,44		,60
	22	20	3,99	,92	,56		,60
	23	21	4,43	,71	,52		,52
	24	22	4,05	,88	,61		,69
	26	23	4,00	,83	,70		,73
	27	24	3,96	,89	,64		,77
	28	25	3,93	,89	,65		,74
	30	26	3,48	1,01	,42		,65
	31	27	4,12	,94	,45		,63
Özdeğer					9,30	2,24	
Birinci alt ölçeğin varyans değeri						%23,59	
İkinci alt ölçeğin varyans değeri						%19,17	
Toplam varyans değeri						%42,76	
Cronbach's Alpha Değerleri							
Ölçeğin Tümü: 0,92 1. Alt Ölçek: 0,90 2. Alt Ölçek: 0,88							

Tablo 1 incelendiğinde birinci alt ölçekte 17 madde (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17. maddeler) bulunmaktadır. Bu alt boyut “Çevreci anlayış” şeklinde adlandırılmıştır. “Çevreci anlayış” alt ölçeği biyoplastiklerin bilinçli bir şekilde kullanımı, çevreyi koruyacak davranışların sergilenmesine ilişkin maddeleri içermektedir. Bu alt ölçekte yer alan maddelerin en düşük faktör yük değeri 0,45; en yüksek faktör yük değeri ise 0,66’dır. İkinci alt ölçeğe ise “biyoplastik kullanım nedenleri” adı verilmiştir. “Biyoplastik kullanım nedenleri” alt ölçeği 10 maddeden (18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27. maddeler) oluşmaktadır. Bu maddeler ağırlıklı olarak biyoplastik ürünlerin tercih edilmesinin nedenleri ve biyoplastik ürünlerin içeriğine ilişkin düşünceleri içermektedir. “Biyoplastik kullanım nedenleri” alt ölçeğinde yer alan maddelerin en düşük faktör yük değeri 0,52; en yüksek faktör yük değeri ise 0,77’dir. Ölçeğin uygulanması ile her bir katılımcının alabileceği ağırlıklı ham puan en düşük 27, en yüksek 135’tir. Toplam puanın yüksek olması katılımcıların biyoplastik kullanımı ve uygulamalarına ilişkin olarak olumlu algılara sahip olduğunu göstermektedir. Toplam puanın düşük olması ise katılımcıların biyoplastik kullanımı ve uygulamalarına ilişkin olarak olumlu olmayan algılara sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Ölçeğin son hali için bkz. EK-1).

3.3. Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA)

AFA çalışmaları ile belirlenmiş olan iki faktörlü yapının doğrulanıp doğrulanmadığını saptamak için DFA yapılmıştır (Brown, 2012; Harrington, 2009). DFA için LISREL 8.71 paket programı kullanılmıştır. AFA sonucunda elde edilen iki faktörlü yapıda birinci alt ölçekte yer alan

17 maddenin ve ikinci alt ölçekte yer alan 10 maddenin doğrulanması için DFA uygulanmıştır. Alan yazında bir modelin yeterliğini saptamak için birçok uyum indeksi kullanıldığı görülmektedir.

AFA sonucu elde edilen birinci faktör (17 madde) ve ikinci faktör için (10 madde) DFA yapılmıştır. DFA sonucunda BİYOF ölçeğinin yapısı için $X^2 = (323; N = 261) 826,65$; RMSEA = 0,077; SRMR = 0,066; CFI = 0,95; NNFI = 0,95; NFI = 0,92 değerleri elde edilmiştir. RMSEA için 0.05–0.08 aralığında bir değer "kabul edilebilir/iyi uyum" olduğunu göstermektedir (Chen ve diğerleri, 2008). Bu araştırma için de makul bir uyumdan söz edilebilir. Hu ve Bentler'e (1999) göre SRMR $\leq .08$ iyi model uyumu için önerilen üst sınırdır. SRMR değerlerinin de 0,08'in altında olması modelin gözlenen verilerle kabul edilebilir düzeyde uyum gösterdiğini ortaya koymaktadır. CFI değeri modelin iyi uyum sağladığını göstermektedir. 0,95 eşiği, modelin temel modele kıyasla veriyi çok iyi açıkladığı anlamına gelmektedir. NNFI (TLI) değeri modelinizin iyi uyum düzeyinde olduğunu doğrulamaktadır. NNFI'nın 0,95 ve üzeri olması, örneklem büyüklüğünden bağımsız olarak modelin kalitesini göstermesi açısından önemlidir. NFI için 0,90-0,95 arası kabul edilebilir, 0,95 üzeri ise iyi uyum olarak değerlendirilir. NFI = 0,92 değeri modelin kabul edilebilir uyum aralığında olduğunu göstermektedir.

Tablo 2.

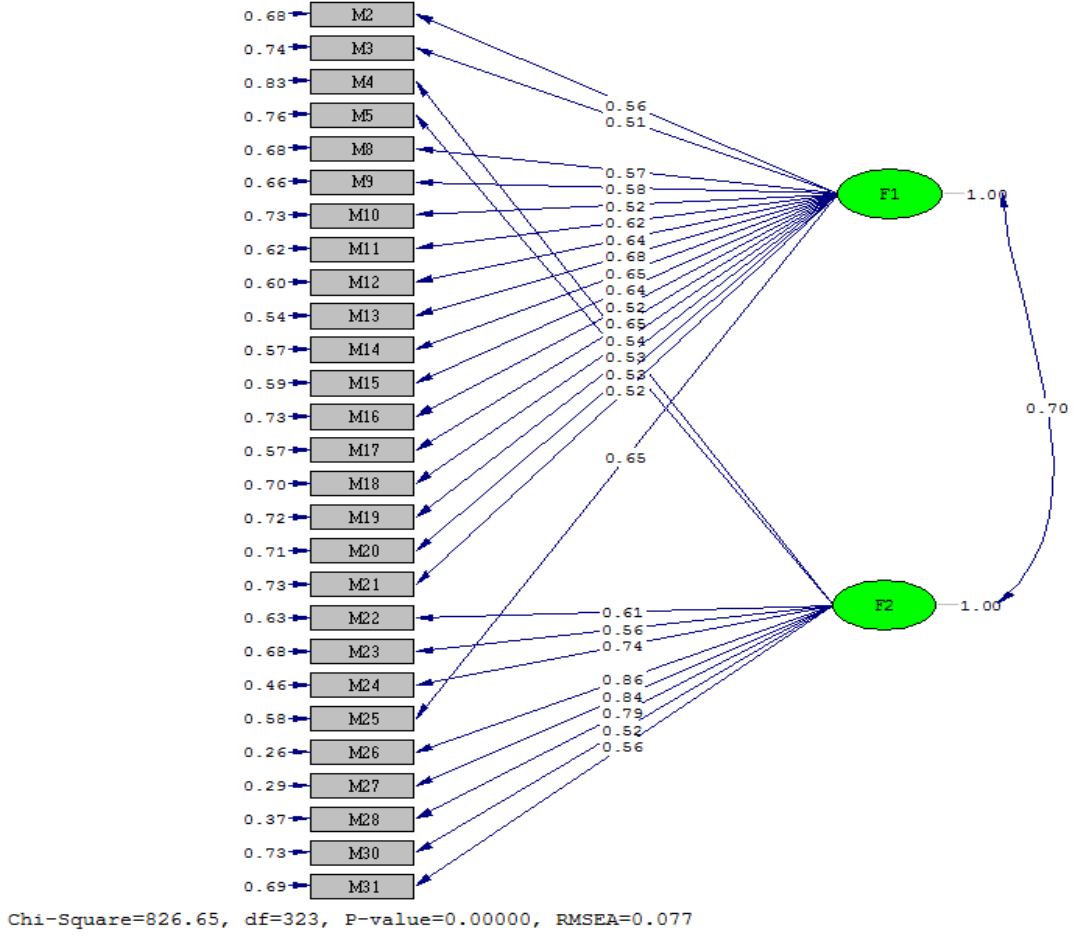
DFA Sonuçları

Uyum indexleri	RMSEA	SRMR	CFI	NNFI	NFI	X^2	Df X^2 / Df
Uyum değerleri	0,077	0,066	0,95	0,95	0,92	826,65	323 2,55
Açıklama	yeterli	kabul edilebilir	iyi uyum indeksi	mükemmel	kabul edilebilir	mükemmel	kabul edilebilir

Tablo 2'ye göre standardize edilmiş ölçek maddeleri DFA değerleri 0,51 ile 0,86 arasında değişmektedir. DFA ile elde edilen madde yapı parametreleri Şekil 1'de path diyagramında sunulmaktadır.

Şekil 1.

BİYOF'un Doğrulayıcı Faktör Analizine İlişkin Path Diagramı



3. 4. İç Tutarlılık Güvenirliği

Ölçeğin toplam ve alt ölçeklerinin iç tutarlılığını belirlemek için Cronbach's Alpha katsayılarına ilişkin hesaplamalar yapılmıştır. BİYOF'un birinci alt ölçek için Cronbach's Alpha değeri 0,90; ikinci alt ölçeği için ise 0,88 şeklinde belirlenmiştir. Ölçeğin tümü için Cronbach's Alpha katsayısı 0,92'dir.

4. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu araştırmada üniversite öğrencileri için Biyoplastik Farkındalık Ölçeği (BİYOF) geliştirilmiştir. Yapılan alan yazın taramasında biyoplastik kullanımı ya da uygulamalarına yönelik olarak herhangi bir farkındalık ölçeğine rastlanmamıştır. Ancak çevre koruma bilincine yönelik ulusal (Afacan & Güler, 2011; Artvinli & Demir 2018; Berberoglu & Tosunoglu, 1995; Güven, 2013; Okur & Yalçın-Özdilek, 2012; Uğulu ve diğerleri, 2013; Yücel & Özkan, 2014) ve uluslararası (Arcury, 1990; Bruni ve diğerleri, 2012; De Groot & Steg, 2008; Leeming ve diğerleri, 1995;

Pelletier ve diğerleri, 1998; Perkins, 2010; Schultz, 2001; Tarrant & Cordell, 1997) düzeyde pek çok ölçek olduğu görülmüştür. Bu ölçekler eğitimin her kademesinde, toplumun farklı kesimlerinde ve her yaş düzeyinde hazırlanmıştır. Bu yönü ile BİYOF ölçeği özgün bir yapıdadır. Özel olarak biyoplastik kullanımı ya da uygulamalarına yönelik olarak algıların değerlendirilmesine yardımcı olacak bir yapıdadır. Bu durum, sürdürülebilir çevre eğitimi anlayışının daha derin bir bakış açısıyla ele alınmasına imkân tanımaktadır.

Yapılan çalışmada ölçek geliştirmenin adımları göz önüne alınarak hareket edilmiştir. Ölçek geliştirilirken sırası ile “a. madde havuzunun hazırlanması, b. kapsam geçerliliği, c. aday ölçeğin yapılandırılması, d. verilerin toplanması, e. analizler” aşamaları izlenmiştir. Yapılan alan yazın taraması ve açık uçlu sorulara gelen yanıtlar doğrultusunda 34 yargı oluşturulmuş ve madde havuzu hazırlanmıştır. Kapsam geçerliliği için alan uzmanlarına başvurulmuş ve gelen dönütler doğrultusunda düzeltme ve düzenlemeler yapılmıştır. Kapsam geçerliliği sonrasında havuzda 31 madde kalmıştır. Kalan maddelere beşli Likert ifadeleri (tamamen uygun, uygun, biraz uygun, uygun değil, hiç uygun değil) eklenerek aday ölçek ortaya çıkarılmıştır. Aday ölçek çevrimiçi forma dönüştürülerek 27 farklı üniversitede üniversite öğrencilerine uygulanmıştır.

Faktör analizi ile iki faktörlü bir yapının olduğu görülmüştür. BİYOF ölçeğinin birinci alt ölçeğinde 17 madde yer almaktadır. İkinci alt ölçeğinde ise 10 madde bulunmaktadır. BİYOF’un birinci alt ölçeğine “çevreci anlayış” adı verilmiştir. İkinci alt ölçek ise “biyoplastik kullanım nedenleri” adını almıştır. İki alt ölçek içeren BİYOF ölçeği toplamda 27 maddeden oluşmaktadır. Gerçekleştirilen analizlerden elde edilen veriler ışığında BİYOF’un geçerli ve güvenilir bir ölçek olduğunu söylemek mümkündür.

Timur ve Yılmaz (2013) yaptığı çalışma ile “Çevre Davranış Ölçeğini” Türkçe’ye uyarlamıştır. Çalışmanın özgün hali Goldman ve diğerleri (2006) tarafından geliştirilmiştir. Uyarlama çalışması fen ve teknoloji öğretmenleri (n=208) ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan AFA çalışması ile ölçeğin altı faktörlü bir yapıda olduğu belirlenmiştir. Toplamda 20 maddeden oluşan ölçeğin madde-toplam korelasyonlarının 0,238 ile 0,790 arasında değiştiği belirlenmiştir. DFA çalışması da uygulanan (RMSEA=0,078) ölçeğin verilerinin güvenilirlik katsayılarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Ölçek çevreyi korumaya yönelik maddeler içermektedir. Maddeler halka açık yerlerin korunması, kâğıt kullanımı, poşet kullanımı, doğa yürüyüşü gibi farklı alanlardaki konulara yöneliktir. Bu nedenle geniş bir konu dağılımı göstermektedir. BİYOF ölçeğinde ise biyoplastik maddelerin doğaya etkisi, bireysel kullanımı gibi konulara yer verilmiştir. Ayrıca her iki ölçek de yetişkinler için hazırlanmıştır. Elde edilen bulgular ışığında, geliştirilen ölçeğin ilgili

alan yazında yer alan ölçeklerle benzer yapısal özellikler gösterdiğini söylemek mümkündür. BİYOF içeriği kapsamlı ve güncel bir yapı içermektedir.

Karadağ ve diğerleri (2023) "Çevreye Duyarlı Ürün Tüketim Davranışı Ölçeğini" Türkçe'ye uyarlamıştır. Çalışma 484 katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Ölçeğin güvenilirliği için test tekrar test uygulamasına gidilmiştir. Yapılan AFA çalışmasında dört faktörlü bir yapı elde edilmiştir. Faktör yük değerleri 0,85 ile 0,52 arasında değişmektedir. DFA sonuçları da AFA sonucunda ortaya çıkan yeni yapıyı (RMSEA=0,09) doğrulamaktadır. Ölçekte yer alan maddeler çevreye duyarlılığa dayalı bireysel seçimlere yöneliktir. Ölçekte çevreye duyarlı ürünlerin satın alınması ağırlıklı bir şekilde ele alınmıştır. Maddeler endişe, düşünce, plan yapma eylemlerine yöneliktir. BİYOF ölçeği de eylemsel ve düşünsel maddeler de içermektedir. Her iki ölçek de yetişkinlere yönelik olarak hazırlanmıştır. Bu bağlamda, geliştirilen ölçeğin hem kuramsal temeller açısından benzer olduğu ancak BİYOF'un özgün boyutlar içerdiği söylenebilir.

Yeşil ve Turan (2020) 170 deneğin katılımı ile "Çevreye Yönelik Tutum Ölçeği" geliştirmiştir. AFA çalışması ile ölçeğin beş faktörlü bir yapıda olduğu belirlenmiştir. Toplamda 20 maddeden oluşan ölçeğin korelasyon değerleri 0,90 ile 0,65 arasında değişmektedir. DFA sonuçlarına göre ölçeğin uygunluk değerlerinin (RMSEA= 0,06) kabul edilebilir düzeydedir. Ölçek maddeleri "kentlerdeki yeşil alanların korunması, elektrik kullanımı, ağaç dikme, gürültü kirliliği gibi" konuları içermektedir. Maddelerin konuları oldukça geniş bir alana yayılmaktadır. BİYOF ölçeği, maddelerinin biyoplastik ürünlere yönelik olması ile oldukça spesifik bir yapı içermektedir. Her iki ölçek de yetişkinler için hazırlanmıştır. Bununla birlikte, BİYOF ölçeği kapsamını biyoplastik ürünlere odaklayarak daha özgül bir ölçme aracı sunmaktadır. Bu yönüyle, genel çevre tutumlarını ele alan ölçeklerden farklı olarak, belirli bir çevresel konuya ilişkin farkındalığın daha derinlemesine değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Uzun ve diğerleri (2019) Finlandiya, ABD ve Türkiye'de ortaokul, lise ve üniversite öğrencileri (n=1687) ile "Çevresel Tutum Ölçeği (ÇTÖ)" geliştirmiştir. Ölçek üç alt ölçekten oluşmaktadır: "Çevresel Davranış Alt Ölçeği (ÇDÖ-13 madde)", "Çevresel Görüş Alt Ölçeği (EOSS-11 madde)" ve "Çevresel Duygu Alt Ölçeği (EESS-16 madde)". Ölçeğin tamamı için Cronbach's Alpha güvenilirlik katsayısı $\alpha=0,94$ 'tür. Birinci alt ölçeğin güvenilirlik katsayısı $\alpha=0,91$, ikinci alt ölçeğin $\alpha=0,82$ ve üçüncü alt ölçeğin ise $\alpha=0,94$ 'tür. Ölçek maddelerinin faktör yükü değerleri 0,60 ile 0,79 arasında değişmektedir. Çalışmada DFA ölçümleri yapılmamıştır. Çevre ile ilgili konularda okuma yapma, program izleme, nesli tükenmekte olan türlerin korunması gibi farklı içerikte maddeler de yer almaktadır. BİYOF, biyoplastiklerin doğadaki kullanımına ilişkin algılara

yönelik olduğundan sınırları daha belirgin bir ölçektir. ÇTÖ'nün geçerlik ve güvenilirlik çalışması eğitimin her kademesinde öğrencilere ulaşılarak yapılmışken BİYÖF ölçeğinin geliştirilmesi üniversite öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Bu durum, BİYÖF ölçeğinin belirli bir hedef kitleye odaklanarak daha derinlemesine veri elde etmeye olanak tanıdığını, genellenebilirlik açısından daha geniş bir alan sunduğunu göstermektedir.

Cömert (2011) yaptığı çalışmada ortaokul 8. sınıf öğrencileri ile “Çevre Tutumu Ölçeği (ÇTÖ)” geliştirmiştir. Toplamda 150 katılımcı ile gerçekleştirilen çalışmada verilere AFA uygulanmıştır. Kendi içinde üç alt ölçekten oluşan ÇTÖ'de 32 madde yer almaktadır. Aynı zamanda ölçek dördümlü Likert şeklinde düzenlenmiştir. Su israfı, doğal yaşam, ozon tabakasının korunması gibi konuları içeren bu ölçek oldukça kapsamlıdır. ÇTÖ'ye DFA uygulanmadığı görülmüştür. Ancak BİYOF, biyoplastik ürünlerin günlük yaşamda kullanımına yönelik maddeler içerdiğinden daha spesifik bir yapı arz etmektedir. Ayrıca beşli Likert şeklinde düzenlenmiş olması ile daha detaylı sayısal verilere ulaşmaya elverişlidir. Yalnız her iki ölçeğin farklı yaş grupları için hazırlanmış olduğu gerçeği göz ardı edilememelidir. BİYOF ölçeğinin üniversite öğrencilerine özgü spesifik yapısı ile daha derinlemesine ve ayrıntılı veri toplama imkânı sağladığı, ÇTÖ'nün ise daha geniş yaş gruplarına yönelik kapsayıcı bir çerçeve sunduğu söylenebilir.

Berberoglu ve Tosunoglu (1995) 639 üniversite öğrencisinin katılımı ile 4 boyutlu bir Çevresel Tutum Ölçeği (ÇTÖ) geliştirmiştir. Dört farklı boyuttaki maddeler, varimax rotasyonlu bir temel bileşen analizi sonucunda elde edilmiştir. Hem açıcı hem de doğrulayıcı faktör analizleri, ölçeğin nüfus artışı, çevre sorunları, nükleer enerji ve enerji tasarrufuna yönelik tutumlar gibi 4 boyutlu özellikleri ölçtüğünü göstermiştir. BİYOF ölçeği iki boyutlu bir ölçektir. Ayrıca yapısı gereği nükleer tasarruf ile ilgili maddeler içermemektedir. Ölçek, biyoplastik ürünlerin kullanımına ve doğaya zarar verilmemesine odaklıdır. Bu yönüyle BİYOF çevre eğitimini daha fazla ön plana çıkaran kapsamlı bir ölçme aracıdır.

Çevre Korumaya Yönelik Çoklu Motivasyon Ölçeği'ni (MEPS) geliştirilirken AFA, DFA ve test tekrar test tekniklerini kullanmıştır (Gkargkavouzi ve diğerleri, 2019). Ölçeğin geçerlik güvenilirlik çalışması Selanik'te 18-75 yaş aralığında 400 katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Toplamda 28 maddeden oluşan ölçeğin 7 faktörlü olduğu belirlenmiştir. Standardize edilmiş faktör yükü değerleri 0,70 ile 0,93 arasında değişmektedir. DFA ile ulaşılan değerler kabul edilebilir (SRMR = 0,05; RMSEA = 0,04) düzeydedir. Ölçekte çevreyi korumanın etik sorumluluğu, doğaya saygılı olma, çevre yanlısı uygulamaları önemseme, doğayı koruyarak ekonomik anlamda

tasarruf yapma gibi durumlara değinilmiştir. Ölçekte çevreyi korumanın farklı boyutları ele alınmıştır. BİYOF'ta yer alan maddeler genel olarak algılara yönelik olduğu için, bilişsel, duyuşsal ve devinışsel davranışlara ilişkin düşünceleri içermektedir. Her iki ölçek de yetişkinlere yöneliktir. BİYOF ölçeğinin geçerlik güvenirlik çalışması üniversite öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. MEPS ise daha geniş bir yaş aralığındaki örneklem grubu ile geliştirilmiştir. Bu bağlamda, BİYOF algısal boyutlara yoğunlaşırken, MEPS çok boyutlu bir ölçme yaklaşımı sunmaktadır.

Kaiser ve diğerleri (2007) Rasch tipi modeller ve AFA kullanarak Davranış Temelli Çevre Tutumu Ölçeği geliştirmiştir. Ölçek Almanya'nın Bavyera eyaletinde 928 ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Maddelerin faktör yükü değerleri 0,38 ile 0,77 arasında değişmektedir. 40 maddelik ölçek 6 faktörlü bir yapıdadır ve ölçekte doğayı koruma davranışlarına ilişkin maddeler ön plana çıkarılmıştır. Ölçekte çevreyi koruma günlük yaşamdaki davranışlarla iç içe olacak şekilde ele alınmıştır. Örneğin odadan çıkarken ışıkları kapatmak, kısa mesafeler için yürümeyi/bisiklete binmeyi tercih etmek gibi günlük yaşam durumlarına sıkça yer verilmiştir. Kaiser ve diğerleri (2007) tarafından geliştirilen Davranış Temelli Çevre Tutumu Ölçeği, özellikle günlük yaşamda çevreyi koruma davranışlarına odaklanmakta ve ortaokul öğrencilerini hedeflemektedir. BİYOF ölçeği ise üniversite öğrencilerini kapsamakta ve maddeleri biyoplastik ürünlerin kullanımına ilişkin algısal boyutlara yoğunlaşmaktadır. Bu yönüyle, Davranış Temelli Çevre Tutumu Ölçeği (2017) davranışsal ölçütlere öncelik verirken, BİYOF daha spesifik ve farkındalık değerlendiren bir yapı sunmaktadır.

Kaiser ve diğerleri (1999) yaptıkları çalışma ile çevresel tutumu ekolojik davranışın güçlü bir öngörücüsü olarak ortaya koymayı hedefleyen bir ölçek geliştirmiştir. Çalışmada Ajzen'in planlı davranış teorisine dayalı bir şekilde birleşik bir tutum kavramı ve olasılıksal bir ölçüm yaklaşımı kullanılmıştır. Genel Ekolojik Davranış Ölçeğinin (GEB) geçerlik güvenirlik çalışması ideolojik olarak farklı iki İsviçre ulaşım derneğinin üyeleri (n=3000) ile yapılmıştır. Bu çalışma, faktör analizi yoluyla ortogonal boyutlar olarak üç ölçümü doğrulamıştır: (1) çevresel bilgi, (2) çevresel değerler ve (3) ekolojik davranış niyeti. Önerilen modeli doğrulamak için bir yapısal eşitlik modeli kullanılmıştır: Çevresel bilgi ve çevresel değerler, ekolojik davranış niyetindeki varyansın yüzde 40'ını açıklamış, bu da genel ekolojik davranıştaki varyansın %75'ini öngörmüştür. Ölçek 38 maddeden oluşmasına rağmen bu maddelerden 6 tanesi prososyal içeriklidir. Ölçek maddelerinde "kutup buzullarının erimesi, fosil yakıtların kullanımı, tüm canlı varlıkların yaşamak için birbirlerine bağımlı olması gibi" çevreci durumlar ele alınırken "bazen dilencilere para üstü veririm" şeklinde prososyal maddelere de yer verilmiştir. Prososyal maddeler ölçeğe rastgele bir şekilde dağıtılmıştır. Bu yönü ile ölçek farklı bir yapı arz etmektedir.

BİYOF ölçeği prososyal maddeler içermemektedir. Tüm maddeler biyoplastik kullanımının çevreci bir anlayış ile bağdaştırılması üzerine kuruludur. BİYOF ölçeği yalnızca biyoplastik kullanımına ilişkin algıları çevreci bir çerçevede ele almıştır. Bu yönü ile spesifik bir ölçme aracı niteliği taşımaktadır.

Fernández-Manzanal ve diğerleri (2007) üniversite öğrencilerine yönelik bir “çevresel tutum ölçeğini” geliştirmiştir. Araştırmaya katılan öğrenci sayısı 952'dir. AFA çalışması yapılan ölçekte 20 madde yer almaktadır. DFA yapılmamıştır. Ölçek maddelerinden bazılarında üniversitelerde çevreci etkinlikler düzenlenmesine, geri dönüştürülebilir ürünler satın almaya, kuşların korunmasına odaklanılmıştır. BİYOF ölçeği biyoplastiklerin doğaya olan etkisine ve kullanım gerekliliğine yöneliktir. Her iki ölçek de üniversite öğrencilerinin katılımı ile geliştirilmiş olmakla birlikte, Fernández-Manzanal ve diğerleri (2007) ölçeği genel çevresel tutumları ve çeşitli çevreci davranışları ele alırken, BİYOF ölçeği biyoplastiklerin kullanımı ve doğaya olan etkilerine özgü “farkındalık” odaklıdır. Bu nedenle BİYOF, belirli bir çevresel konuya ilişkin farkındalıkları değerlendirmeye olanak sağlamaktadır.

Milfont ve Duckitt (2004) çevresel tutumların ölçümlerine ilişkin 99 maddelik bir ölçek (Çevresel Tutum Ölçeği) geliştirmiştir. Çalışma 455 lisans öğrencisi ile gerçekleştirilmiş üst düzey faktör yapısını test etmek için AFA ve DFA uygulanmıştır. AFA sonucunda 10 faktörlü bir yapı elde edilmiştir. Faktör yük değerlerinin 0,30 ile 0,80 arasında olduğu belirlenmiştir. DFA, iki faktörlü yapının korelasyonlu bir çözümün verilere en iyi uyumu sağladığını göstermiştir. Ölçekte “doğadan zevk alma, doğada yaşayan hayvanlarla zaman geçirme, geri dönüşüme uygun malzemeleri kullanma, fosil ve nükleer yakıtlara alternatif yakıtlar geliştirme, güneş enerjisi kullanımının geliştirilmesi” gibi durumları ele alan maddeler yer almaktadır. Çevresel Tutum Ölçeğinde yer alan maddelerden bazıları BİYOF ölçeğinde yer alan maddelere benzerdir. Örneğin doğayı korumak için geri dönüşüme uygun malzemeler kullanılmasına yönelik maddeler konu itibarı ile benzer bir nitelik göstermektedir. Ancak Çevresel Tutum Ölçeğinde yer alan maddeler sayıca oldukça fazla olduğu için çevre ile ilgili konular geniş bir bağlamda ele alınmıştır. Her iki ölçek de üniversite öğrencileri ile geliştirilmiştir. Her iki ölçek de üniversite öğrencileri ile geliştirilmiş olmakla birlikte, Milfont ve Duckitt (2004) tarafından oluşturulan Çevresel Tutum Ölçeğinin, 99 maddelik yapısı ve çok sayıda faktörü sayesinde çevre konularını geniş bir bağlamda ele aldığı ve çevresel tutumların çok boyutlu ölçümüne olanak tanıdığı yönünde bir yorum yapılabilir. BİYOF ölçeği ise maddelerini biyoplastiklerin kullanımı ve doğaya etkileri üzerine yoğunlaştırarak daha spesifik ve odaklanmış bir yaklaşım sunmaktadır. Bu bağlamda, BİYOF, çevre ile ilgili biyoplastik farkındalıklarını derinlemesine inceleyebilme olanağı sağlarken,

Çevresel Tutum Ölçeği daha kapsamlı bir çevresel farkındalık ve tutum profilinin değerlendirilmesine olanak vermektedir.

Geliştirilen Biyoplastik Farkındalık Ölçeği (BİYOF), üniversite öğrencilerinin biyoplastik kullanımına yönelik algı ve görüşlerini ölçmeye odaklanmıştır ve yalnızca bu öğrenci grubunun katılımı ile geliştirilmiştir. Ancak benzer konular üzerinden, eğitimin tüm kademelerinde uygulanabilecek ölçeklerin geliştirilmesi, sürdürülebilir çevre farkındalığının daha geniş bir yaş ve eğitim grubunda pekiştirilmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca, biyoplastik farkındalığını ölçmeye yönelik ölçeklerin toplumun farklı yaş grupları ve meslek alanlarından katılımcılarla geliştirilmesi, biyoplastik kullanımına dair algı ve tutumların daha kapsayıcı bir şekilde değerlendirilmesini mümkün kılacaktır. Gelecekte, biyoplastik ürünlerin kullanımına ilişkin farkındalık ölçekleri ve farklı boyutları kapsayan araçların oluşturulması, alanyazının çeşitlenmesine ve konuya ilişkin bilimsel bilginin derinleşmesine önemli bir katkı sağlayabilir. Bu doğrultuda, BİYOF ve benzeri ölçekler, sürdürülebilir çevre bilinci ve biyoplastik farkındalığı alanında hem akademik hem de uygulamalı çalışmalar için sağlam bir temel oluşturabilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan ederler. Bu çalışma, yazarlar arasındaki akademik iş birliği yoluyla üretilmiştir.

ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ BEYANI

Yazarlar, bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulduğunu beyan etmektedir.

Bu araştırma, Pamukkale Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu'nun 07 Eylül 2021 tarihli ve E-93803232-622.02-114625 sayılı kararı ile verilen izinle yürütülmüştür.

YAZAR SORUMLULUK BEYANI

Yazarlar, bu çalışmada “Giriş ve yöntem bölümlerinin yazımı” ile “Tartışma bölümünün yazımı ve raporlanması” süreçlerinin Prof. Dr. Fatma KIRMIZI, “Çalışmanın tasarımı” ve “Veri analizi” süreçlerinin Prof. Dr. Cem GÖK, “Verilerin toplanması”, “SPSS'e girilmesi” ve “Araştırma izinlerinin alınması” süreçlerinin ise Prof. Dr. Cem GÖK ve Doç. Dr. Arzum IŞITAN tarafından yürütüldüğünü beyan ederler.

ÜRETKEN YAPAY ZEKÂ KULLANIM BEYANI

Yazarlar, bu araştırmanın özgün bir çalışma olduğunu ve metin üretimi amacıyla hiçbir üretken yapay zekâ aracının kullanılmadığını beyan ederler. Üretken yapay zekâ (Claude), yalnızca İngilizce bölümün çeviri sonrasındaki redaksiyon ve dil kontrolü işlemleri için kullanılmıştır.

REFERENCES/KAYNAKLAR

- Abe, M. M., Branciforti, M. C., & Brienzo, M. (2021). Biodegradation of hemicellulose-cellulose-starch-based bioplastics and microbial polyesters. *Recycling*, 6(1), 22. <https://doi.org/10.3390/recycling6010022>
- Anugrahwidya, R., Armynah, B., & Tahir, D. (2021). Bioplastics starch-based with additional fiber and nanoparticle: characteristics and biodegradation performance: a review. *Journal of Polymers and the Environment*, 29(11), 3459-3476. <https://doi.org/10.1007/s10924-021-02152-z>
- Acar Güvendir, M. & Özer Özkan, Y. (2015). Türkiye'deki eğitim alanında yayımlanan bilimsel dergilerde ölçek geliştirme ve uyarlama konulu makalelerin incelenmesi. *Electronic Journal of Social Sciences*, 14(52), 23-33. <https://doi.org/10.17755/esosder.54872>
- Afacan, Ö., & Güler, M. P. D. (2011). Sürdürülebilir çevre eğitimi kapsamında tutum ölçeği geliştirme çalışması. In *2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications*, 27(29), 904-913. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/29243117/159-libre.pdf> sitesinden 22. 11. 2025 tarihinde erişilmiştir.
- Arcury, T. (1990). Environmental attitude and environmental knowledge. *Human organization*, 49(4), 300-304. <https://doi.org/10.17730/humo.49.4.y6135676n433r880>
- Artvinli, E. & Demir, Z. M. (2018). A study of developing an environmental attitude scale for primary school students. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 4(1), 32-45. <https://doi.org/10.21891/jeseh.387478>
- Atiwesh, G., Mikhael, A., Parrish, C. C., Banoub, J., & Le, T. A. T. (2021). Environmental impact of bioplastic use: A review. *Heliyon*, 7(9), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07918>
- Baydemir, T. (2020). Biyoplastikten dost olur mu? Biyoplastikler ve yeni eğilimler. <https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/makale/plastikten-dost-olur-mu-biyoplastikler-ve-yeni-egilimler> adresinden 10. 10. 2023 tarihinde erişilmiştir.
- Berberoglu, G. & Tosunoglu, C. (1995). Exploratory and confirmatory factor analyses of an environmental attitude scale (EAS) for Turkish university students. *The journal of environmental education*, 26(3), 40-43. <https://doi.org/10.1080/00958964.1995.9941444>

- Bertram, D. (2007). Likert scales. *Retrieved November, 2(10)*, 1-10. Retrieved 12, November, 2025 from <http://poincare.matf.bg.ac.rs/~kristina/topic-dane-likert.pdf>
- Bhagwat, G., Gray, K., Wilson, S. P., Muniyasamy, S., Vincent, S. G. T., Bush, R., & Palanisami, T. (2020). Benchmarking bioplastics: A natural step towards a sustainable future. *Journal of Polymers and the Environment*, 28, 3055-3075. <https://doi.org/10.1007/s10924-020-01830-8>
- Borrelle, S. B., Ringma, J., Law, K. L., Monnahan, C. C., Lebreton, L., McGivern, A., Murphy, E., Jambeck, J., Leonard, G. H., Hilleary, M. A., Eriksen, M., Possingham, H. P., De Frond, H., Gerber, L. R., Polidoro, B., Tahir, A., Bernard, M., Mallos, N., Barnes, M. & Rochman, C. M. (2020). Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution, *Science*, 369(6510), 1515-1518. <https://doi.org/10.1126/science.aba365>
- Brown, T. A. (2012). Confirmatory factor analysis. In R. H. Hoyle (Edt.), *Handbook of structural equation modeling* (p. 261-276). Guilford press.
- Bruni, C. M., Chance, R. C., & Schultz, P. W. (2012). Measuring values-based environmental concerns in children: An environmental motives scale. *The Journal of Environmental Education*, 43(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/00958964.2011.583945>
- Bucci, K., Tulio, M., & Rochman, C. M. (2020). What is known and unknown about the effects of plastic pollution: A meta-analysis and systematic review. *Ecological Applications*, 30(2), e02044. <https://doi.org/10.1002/eap.2044>
- Costello, A. B. & Osborne, J. W., (2005), Best practices in exploratory factor analysis: four recommendations for getting the most from your analysis, *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 10, (7). <https://doi.org/10.7275/jvj1-4868>
- Castillo, C. (2022). Six emotional stages of organisational change: Conceptualisation and scale development. *Economics & Sociology*, 15(1), 253-267. <https://doi.org/10.14254/2071-789X.2022/15-1/16>
- Cecchini, C. (2017). Bioplastics made from upcycled food waste. Prospects for their use in the field of design. *The Design Journal*, 20(1), 1596-1610. <https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352684>
- Chen, F., Curran, P. J., Bollen, K. A., Kirby, J., & Paxton, P. (2008). An empirical evaluation of the use of fixed cutoff points in RMSEA test statistic in structural equation models. *Sociological methods & research*, 36(4), 462-494. <https://doi.org/10.1177/0049124108314720>
- Chyung, S. Y., Winiecki, D. J., Hunt, G., & Sevier, C. M. (2017). Measuring Learners' Attitudes toward Team Projects: Scale Development Through Exploratory And Confirmatory Factor Analyses. *American Journal of Engineering Education*, 8(2), 61-82. <https://doi.org/10.19030/ajee.v8i2.10065>

- Coppola, G., Gaudio, M. T., Lopresto, C. G., Calabro, V., Curcio, S. & Chakraborty, S. (2021). Bioplastic from Renewable Biomass: A Facile Solution for a Greener Environment. *Earth Systems and Environment*, 5, 231–251. <https://doi.org/10.1007/s41748-021-00208-7>
- Cömert, H. (2011). *Çevre sorunları ve etkileri konusundaki işbirlikli öğrenme etkinliklerinin öğrencilerin bilgi, tutum ve davranışlarına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. & Büyüköztürk, Ş. (2014). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları*. Pegem Akademi.
- Dawes, J. (2008). Do data characteristics change according to the number of scale points used? An experiment using 5-point, 7-point and 10-point scales. *International Journal of Market Research*, 50(1), 61-104. <https://doi.org/10.1177/147078530805000106>
- De Groot, J. I., & Steg, L. (2008). Value orientations to explain beliefs related to environmental significant behavior: How to measure egoistic, altruistic and biospheric value orientations. *Environment and behavior*, 40(3), 330-354. <https://doi.org/10.1177/0013916506297831>
- Desidery, L., & Lanotte, M. (2022). Polymers and plastics: Types, properties and manufacturing. In *Plastic waste for sustainable asphalt roads* (pp. 3-28). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-85789-5.00001-0>
- Düzakın, E. (2021). Sürdürülebilir tasarım yaklaşımı açısından biyoplastiklerin incelenmesi. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 11(1), 73-92. <https://doi.org/10.20488/sanattasarim.970913>
- Applications for bioplastics (2025). europeanbioplastics. Retrieved January 26, 2026, from <https://www.european-bioplastics.org/market/applications-sectors/>
- Europeanbioplastics (2019). *New market data 2019: Bioplastics industry shows dynamic growth* Retrieved January 26, 2025, from <https://www.european-bioplastics.org/new-market-data-2019-bioplastics-industry-shows-dynamic-growth/>
- Fernández-Manzanal, R., Rodríguez-Barreiro, L., & Carrasquer, J. (2007). Evaluation of environmental attitudes: Analysis and results of a scale applied to university students. *Science Education*, 91(6), 988-1009. <https://doi.org/10.1002/sce.20218>
- Gable, G. G. (1994). Integrating case study and survey research methods: an example in information systems. *European journal of information systems*, 3, 112-126. <https://doi.org/10.1057/ejis.1994.12>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use and fate of all plastics ever made. *Science advances*, 3(7), e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Gironi, F., & Piemonte, V. (2011). Bioplastics and petroleum-based plastics: strengths and weaknesses. *Energy Sources, Part a: Recovery, Utilization and Environmental Effects*, 33(21), 1949-1959. <https://doi.org/10.1080/15567030903436830>

- Gkargkavouzi, A., Halkos, G., & Matsiori, S. (2019). Development and validation of a scale for measuring Multiple Motives toward Environmental Protection (MEPS). *Global Environmental Change*, 58, 101971. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101971>
- Goldman, D., Yavetz, B., & Pe'er, S. (2006). Environmental literacy in teacher training in Israel: Environmental behavior of new students. *The Journal of Environmental Education*, 38(1), 3-22. <https://doi.org/10.3200/JOEE.38.1.3-22>
- Grand View Research. (2018). Europe bioplastics market report. *Grand View Research*. Retrieved January 26, 2025, from <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/europe-bioplastics-market-report>
- Gurbetoğlu, A. (2018). Bilimsel araştırma yöntemleri. <http://agurbetoglu.com/files/BAY%209.%20Ara%C5%9Ft%C4%B1rman%C4%B1n%20Y%C3%B6ntemi.pdf> adresinden 22. 11. 2025 tarihinde erişilmiştir.
- Güven, E. (2013). Çevre sorunlarına yönelik tutum ölçeğinin geliştirilmesi ve öğretmen adaylarının tutumlarının belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(2), 411-430. <https://izlik.org/JA56JY85MY>
- Harding, K. G., Gounden, T., & Pretorius, S. (2017). "Biodegradable" plastics: A myth of marketing?. *Procedia Manufacturing*, 7, 106-110. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2016.12.027>
- Harrington, D. (2009). *Confirmatory factor analysis*. Oxford university press.
- Heidari, F., & Heidari, M. (2015). Effectiveness of management of environmental education on improving knowledge for environmental protection (Case study: Teachers at Tehran's elementary school). *International Journal of Environmental Research*, 9(4), 1225-1232. <https://doi.org/10.22059/ijer.2015.1013>
- Hinkin, T. R. (1995). A review of scale development practices in the study of organizations. *Journal of management*, 21(5), 967-988. <https://doi.org/10.1177/014920639502100509>
- Hoang, A.T., Al-Tawaha, A.R., Lan Anh Vu, Van Viet Pham, Qaisi, A.M., Křeček, J. (2021). Integrating Environmental Protection Education in the Curriculum: A Measure to Form Awareness of Environmental Protection for the Community. In: Péntesné Kónya, E., Haigh, M., Křeček, J. (eds) *Environmental Sustainability Education for a Changing World*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66384-1_12
- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal*, 6(1), 1-55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Hungerford, H. R., & Volk, T. L. (1990). Changing learner behavior through environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 21(3), 8-21. <https://doi.org/10.1080/00958964.1990.10753743>

- Ibrahim, N. I., Shahar, F. S., Sultan, M. T. H., Shah, A. U. M., Safri, S. N. A., & Mat Yazik, M. H. (2021). Overview of bioplastic introduction and its applications in product packaging. *Coatings*, 11(11), 1423. <https://doi.org/10.3390/coatings11111423>
- IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Retrieved March, 24, 2026, from <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>
- Jambeck, J. R., R. Geyer, Wilcox, C. T., Siegler, M., Perryman, A., Andrady, R., Narayan, & K. Law. 2015. Plastic wasteinputs from land into the ocean. *Science* 347, 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- Jain, P. M., & Shandliya, V. K. (2013). A survey paper on comparative study between principal component analysis (PCA) and exploratory factor analysis (EFA). *International Journal of Managment, IT and Engineering*, 3(6), 415-424. ISSN: 2249-0558 Retrieved 24, November, 2025. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net>
- Jiménez-Rosado, M., Bouroudian, E., Perez-Puyana, V., Guerrero, A., & Romero, A. (2020). Evaluation of different strengthening methods in the mechanical and functional properties of soy protein-based bioplastics. *Journal of Cleaner Production*, 262, 121517. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121517>
- Kale, G., Kijchavengkul, T., Auras, R., Rubino, M., Selke, S. E., & Singh, S. P. (2007). Compostability of bioplastic packaging materials: an overview. *Macromolecular bioscience*, 7(3), 255-277. <https://doi.org/10.1002/mabi.200600168>
- Karadağ Alçı, S., Geçkil, T. & Aksu, S. (2023). Çevreye duyarlı ürün tüketim davranışı ölçeğinin türkçe uyarlaması: Geçerlilik güvenilirlik çalışması. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(2), 540-553. <https://doi.org/10.36362/gumus.1224548>
- Karaman, H., Atar, B. & Aktan, D. Ç. (2017). Açımlayıcı faktör analizinde kullanılan faktör çıkartma yöntemlerinin karşılaştırılması. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(3), 1173-1193. <https://doi.org/10.17152/gefad.309356>
- Karana, E. (2012). Characterization of ‘natural’ and ‘high-quality’ materials to improve perception of bio-plastics. *Journal of Cleaner Production*, 37, 316-325. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.034>
- Karakuş, E., & Ayhan, Z. (2019). Gıda atıklarından çevre dostu biyobozunur ambalaj malzemesi üretimi. *Gıda*, 44(6), 1008-1019. <https://doi.org/10.15237/gida.GD19102>
- Kaiser, H. F. (1959). Computer program for varimax rotation in factor analysis. *Educational and psychological measurement*, 19(3), 413-420. <https://doi.org/10.1177/001316445901900>
- Kaiser, F. G., Oerke, B., & Bogner, F. X. (2007). Behavior-based environmental attitude: Development of an instrument for adolescents. *Journal of environmental psychology*, 27(3), 242-251. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.06.004>

- Kaiser, F. G., Wölfling, S., & Fuhrer, U. (1999). Environmental attitude and ecological behaviour. *Journal of environmental psychology*, 19(1), 1-19. <https://doi.org/10.1006/jevp.1998.0107>
- Kılınç, M., Tomar, O., & Çağlar, A. (2017). Biyobozunur gıda ambalaj malzemeleri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(3), 988-996. <https://doi.org/10.5578/fmbd.66307>
- Kim, H. K., & Jeong, G. H. (2022). Effect of pro-environmental prenatal education program on pregnant women's environmental health awareness and behaviors based on the Protection Motivation Theory. *INQUIRY: The Journal of Health Care Organization, Provision and Financing*, 59. <https://doi.org/10.1177/00469580211047045>
- Klein, F., Emberger-Klein, A., Menrad, K., Möhring, W., & Blesin, J. M. (2019). Influencing factors for the purchase intention of consumers choosing bioplastic products in Germany. *Sustainable Production and Consumption*, 19, 33-43. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.01.004>
- Koike, Y. (2015). *Fundamentals of plastic optical fibers*. Germany.
- Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior?. *Environmental education research*, 8(3), 239-260. <https://doi.org/10.1080/13504620220145401>
- Leeming, F. C., Dwyer, W. O., & Bracken, B. A. (1995). Children's environmental attitude and knowledge scale: Construction and validation. *The Journal of Environmental Education*, 26(3), 22-31. <https://doi.org/10.1080/00958964.1995.9941442>
- Li, Y. (2018). Study of the effect of environmental education on environmental awareness and environmental attitude based on environmental protection law of the People's Republic of China. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), 2277-2285. <https://doi.org/10.29333/ejmste/86214>
- Loewen, S., & Gonulal, T. (2015). Exploratory factor analysis and principal components analysis. In *Advancing quantitative methods in second language research* (pp. 182-212). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315870908>
- Lubbe, D. (2023). Advantages of using unweighted approximation error measures for model fit assessment. *Psychometrika*, 88(2), 413-433. <https://doi.org/10.1007/s11336-023-09909-6>
- Luo, L., Arizmendi, C., & Gates, K. M. (2019). Exploratory factor analysis (EFA) programs in R. *Structural Equation Modeling. A Multidisciplinary Journal*, 26(5), 819-826. <https://doi.org/10.1080/10705511.2019.1615835>
- Milfont, T. L., & Duckitt, J. (2004). The structure of environmental attitudes: A first-and second-order confirmatory factor analysis. *Journal of Environmental Psychology*, 24(3), 289-303. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2004.09.001>
- Mooney, B. P. (2009). The second green revolution? Production of plant-based biodegradable plastics. *Biochemical Journal*, 418(2), 219-232. <https://doi.org/10.1042/BJ20081769>

- Mose, B. R., & Maranga, S. M. (2011). A review on starch based nanocomposites for bioplastic materials. *Journal of Materials Science and Engineering. B*, 1(2B), 239. ISSN 1934-8959 Retrieved from <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/43257062/bioplastics-libre> 21.12. 2025.
- Nand, A.V., Swift, S., Uy, B. & Kilmartin, P.A. (2013). Evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of biocompatible low density polyethylene/polyaniline blends. *Journal of Food Engineering*, 116, 422 – 429. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.11.023>
- Nielsen, T. D., Hasselbalch, J., Holmberg, K., & Strippel, J. (2020). Politics and the plastic crisis: A review throughout the plastic life cycle. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 9(1), e360. <https://doi.org/10.1002/wene.360>
- Okur, E. & Yalçın-Özdilek, Ş. (2012). Yapısal eşitlik modeli ile geliştirilmiş çevresel tutum ölçeği. *İlköğretim Online*, 11(1), 85-94. <http://ilkogretim-online.org.tr/> sitesinden 15.11. 2025 tarihinde erişilmiştir.
- Padsalgikar, A. D. (2017). Introduction to Plastics. Plastics in Medical Devices for Cardiovascular Applications, William Andrew Publishing, 1–29. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-35885-9.00001-1>
- Park, H. S., Dailey, R., & Lemus, D. (2002). The use of exploratory factor analysis and principal components analysis in communication research. *Human Communication Research*, 28(4), 562-577. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2958.2002.tb00824.x>
- PAGEV (2018). Plastik Nedir? <https://pagev.org/plastik-nedir> adresinden 22. 01. 2025 tarihinde erişilmiştir.
- Pelletier, L. G., Tuson, K. M., Green-Demers, I., Noels, K., & Beaton, A. M. (1998). Why are you doing things for the environment? The motivation toward the environment scale (mtes) 1. *Journal of Applied Social Psychology*, 28(5), 437-468. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1998.tb01714.x>
- Perez, V., Felix, M., Romero, A., & Guerrero, A. (2016). Characterization of pea protein-based bioplastics processed by injection moulding. *Food and Bioproducts Processing*, 97, 100-108. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2015.12.004>
- Perkins, H. E. (2010). Measuring love and care for nature. *Journal of Environmental Psychology*, 30(4), 455-463. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.05.004>
- Piemonte, V. (2011). Bioplastic wastes: the best final disposition for energy saving. *Journal of Polymers and the Environment*, 19, 988-994. <https://doi.org/10.1007/s10924-011-0343-z>
- Rahman, A., & Syamsu, K. (2018, August). Biodegradability of oil palm cellulose-based bioplastics. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 183(1). p. 012012. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/183/1/012012>
- Rodrigues, M. O., Abrantes, N., Gonçalves, F. J. M., Nogueira, H., Marques, J. C., & Gonçalves, A. M. (2019). Impacts of plastic products used in daily life on the environment and human

- health: What is known?. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 72, <https://doi.org/10.1016/j.etap.2019.103239>
- Sabbah, M., & Porta, R. (2017). Plastic pollution and the challenge of bioplastics. *J Appl Biotechnol Bioeng*, 2(3), 111. <https://doi.org/10.15406/jabb.2017.02.00033>
- Schultz, P. W. (2001). The structure of environmental concern: Concern for self, other people and the biosphere. *Journal of Environmental Psychology*, 21(4), 327-339. <https://doi.org/10.1006/jevp.2001.0227>
- Shkeer, A. S., & Awang, Z. (2019). Exploring the items for measuring the marketing information system construct: An exploratory factor analysis. *International Review of Management and Marketing*, 9(6), 87. <https://doi.org/10.32479/irmm.8622>
- Schreiber, J. B. (2021). Issues and recommendations for exploratory factor analysis and principal component analysis. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 17(5), 1004-1011. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2020.07.027>
- Stapleton, C. D. (1997). Basic Concepts in Exploratory Factor Analysis (EFA) as a Tool To Evaluate Score Validity: A Right-Brained Approach (Report). Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED407419.pdf> 21.11.2025
- Stratman, J. K., & Roth, A. V. (2002). Enterprise resource planning (ERP) competence constructs: two-stage multi-item scale development and validation. *Decision sciences*, 33(4), 601-628. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2002.tb01658.x>
- Sider, I., & Nassar, M. M. (2021). Chemical treatment of bio-derived industrial waste filled recycled low-density polyethylene: A comparative evaluation. *Polymers*, 13(16), 2682. <https://doi.org/10.3390/polym13162682>
- Sidek, I. S., Draman, S. F. S., Abdullah, S. R. S., & Anuar, N. (2019). Current development on bioplastics and its future prospects: an introductory review. *INWASCON Technol. Mag*, 1, 3-8. <http://doi.org/10.26480/itechmag.01.2019.03.08>
- Su, W.-F. (2013). Chemical and Physical Properties of Polymers. *Principles of Polymer Design and Synthesis*, 61-88. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38730-2_4
- Sun, L., Li, L., An, X., & Qian, X. (2021). Nano-metal organic framework for enhanced mechanical, flame retardant and ultraviolet-blue light shielding properties of transparent cellulose-based bioplastics. *Polymers*, 13(15), 2433. <https://doi.org/10.3390/polym13152433>
- Tarrant, M. A., & Cordell, H. K. (1997). The effect of respondent characteristics on general environmental attitude-behavior correspondence. *Environment and Behavior*, 29(5), 618-637. <https://doi.org/10.1177/0013916597295002>
- Thakur, S., Chaudhary, J., Sharma, B., Verma, A., Tamulevicius, S., & Thakur, V. K. (2018). Sustainability of bioplastics: Opportunities and challenges. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 13, 68-75. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2018.04.013>

- Timur, S., & Yılmaz, M. (2013). Çevre davranış ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(2), 317–333. <https://izlik.org/JA49UG45NK>
- UNESCO (2014) UNESCO roadmap for implementing the Global Action Programme on Education for Sustainable Development. UNESCO.
- UNEP-United Nations Environment Programme. (2018). Single-use plastics: A roadmap for sustainability. Addressing Single-Use Plastic Products Pollution Using a Life Cycle Approach. Retrieved March, 24, 2026, from <https://www.unep.org/resources/report/single-use-plastics-roadmap-sustainability>
- Uğulu, İ., Şahin, M. & Başlar, S. (2013). High school students' environmental attitude: Scale development and validation. *International Journal of Educational Sciences*, 5(4), 415-424. <https://doi.org/10.31901/24566322.2013/05.04.08>
- Uzun, N., Gilbertson, K. L., Keles, O. & Ratinen, I. (2019). Environmental attitude scale for secondary school, high school and undergraduate students: Validity and reliability study. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 5(1), 79-90. <https://doi.org/10.21891/jeseh.491259>
- Venkatachalam, H., & Palaniswamy, R. (2020). Bioplastic world: A review. *Journal of Advanced Scientific Research*, 11(03), 43-53. Retrieved from November 22, 2025 <https://sciencesage.info/index.php/JASR/article/view/505>
- Watkins, M. W. (2018). Exploratory factor analysis: A guide to best practice. *Journal of Black Psychology*, 44(3), 219-246. <https://doi.org/10.1177/0095798418771807>
- Widaman, K. F. (2012). Exploratory factor analysis and confirmatory factor analysis. In H. Cooper, P. M. Camic, D. L. Long, A. T. Panter, D. Rindskopf, & K. J. Sher (Eds.), *APA handbook of research methods in psychology, Vol. 3. Data analysis and research publication* (pp. 361–389). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/13621-018>
- Widaman, K. F., & Helm, J. L. (2023). Exploratory factor analysis and confirmatory factor analysis. In H. Cooper, M. N. Coutanche, L. M. McMullen, A. T. Panter, D. Rindskopf, & K. J. Sher (Eds.), *APA handbook of research methods in psychology: Data analysis and research publication* (2nd ed., pp. 379–410). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0000320-017>
- WİKİPEDİ (2026). Plastik. <https://tr.wikipedia.org> 10. 03. 2026 Tarihinde erişilmiştir.
- Wu, C. S. (2012). Characterization and biodegradability of polyester bioplastic-based green renewable composites from agricultural residues. *Polymer Degradation and Stability*, 97(1), 64-71. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2011.10.012>
- Yaşlıoğlu, M. M. (2017). Sosyal bilimlerde faktör analizi ve geçerlilik: Keşfedici ve doğrulayıcı faktör analizlerinin kullanılması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 46, 74-85. <https://izlik.org/JA83ZA74BA>

- Yücel, E. Ö. & Özkan, M. (2014). Ortaokul öğrencilerine yönelik çevresel tutum ölçeği geliştirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1), 27-48. <https://izlik.org/JA32KY55WB>
- Yeşil, M. & Turan, Y. (2020). Çevresel duyarlılık üzerine bir ölçek geliştirme çalışması. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 418-435. <https://izlik.org/JA95WU86SK>
- Zhou, Y. (2019). A mixed methods model of scale development and validation analysis. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 17(1), 38-47. <https://doi.org/10.1080/15366367.2018.1479088>

EK-1**Değerli Katılımcı;**

Bu çalışma ile sizlerin biyoplastik kullanımına ilişkin olarak farkındalığınızın değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Her bir cümleyi dikkatlice okuduktan sonra, cümlelere ne derece katıldığınızı belirlemek için cümlelerin sağındaki seçeneklerden size en uygun olan yalnız bir tanesini “x” işareti koyarak işaretleyiniz. İşaretlediğiniz seçeneklerin doğru ya da yanlış olması söz konusu değildir. Cümlelerin hiçbirini yanıtsız bırakmayınız. Adınızı yazmayınız. Değerli katkılarınız için teşekkür ederiz.

Biyoplastik Farkındalık Ölçeği (BİYOF)

MADDELER		Tamamen Uygun	Uygun	Biraz Uygun	Uygun Değil	Hiç Uygun Değil
1.	Plastik yakıldığını gördüğümde hava kirliliğine neden olacağını düşünerek uyarırım.					
2.	Geri dönüşüme katkı sağlamak için plastikleri ayrıştırırım.					
3.	Naylon katkılı ürünler almamayı tercih ederim.					
4.	Günlük yaşamımda az sayıda poşet kullanmak için çaba gösteririm.					
5.	Doğaya plastik ürünleri atmam.					
6.	Geri dönüşüm ürünlerini ilgili kutulara atarım.					
7.	Benzer iki ürün arasında seçim yapacak olursam doğa için daha az zararlı ürünleri tercih ederim.					

8.	Plastik ürünler yerine kağıt ve cam gibi doğaya zararı düşük nesneler kullanmaya özen gösteririm.
9.	Biyoplastik ürünlerin kullanımı için yapılacak kampanyalara katılırım.
10.	Alışveriş sırasında tek kullanımlık poşetler kullanmak yerine file/bez/kağıt torba kullanmayı tercih ederim.
11.	Plastik su şişesi yerine matara taşıyım.
12.	Biyoplastik ürünlerin kullanımı konusunda çevremdekileri bilgilendirmeye çalışırım.
13.	Biyoplastik ürünlerin kullanımı ile ilgili yeni bilgiler öğrenmeyi isterim.
14.	Ürünlerin üzerindeki biyoplastik ile ilgili logoları tanırım.
15.	Biyoplastik ile ilgili çevreci etkinliklere (plastik kapak toplama, çevredeki plastikleri toplama vb.) katılırım.
16.	Yeşil alanda plastik gördüğümde onu oradan alırım.
17.	Küresel ısınmayı arttırıcı ürünleri kullanmaktan kaçınırım.
18.	Biyoplastikler doğaya zarar vermeyen hammaddelerden üretilmiştir.
19.	Biyoplastikler insan sağlığına zarar vermeyen hammaddelerden üretilmiştir.
20.	Biyoplastiklerin gelecekte geleneksel polimerlerin yerini alması gerektiği düşüncesindeyim.
21.	Geleneksel plastik ürünlerinin kirliliği ile ilgili her türlü çalışmaların artması gerektiği düşüncesindeyim.
22.	Biyoplastik sektörden elde edilen ürünler yenilenebilir olduğu için tercih ederim.
23.	Biyoplastik ürünler bozunduğunda doğaya zarar vermediği için tercih ederim.
24.	Biyoplastik ürünler bozunduğunda insan sağlığına zarar vermediği için tercih ederim.
25.	Biyoplastik ürünleri doğada daha erken çözündüğü için tercih ederim.
26.	Biyoplastik ürünler sera gazı etkisinin artmasına neden olmamaktadır.
27.	Toplu sosyal etkinliklerde (festival, fuar vb.) biyoplastiklerin kullanılması gerektiğini düşünürüm.

Birinci alt ölçek (Çevreci anlayış): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17. Maddeler (Toplamda 17 madde).

İkinci alt ölçek (Biyoplastik kullanım nedenleri): 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27. Maddeler (Toplamda 10 madde).

Not: Ölçekte olumsuz madde bulunmamaktadır.