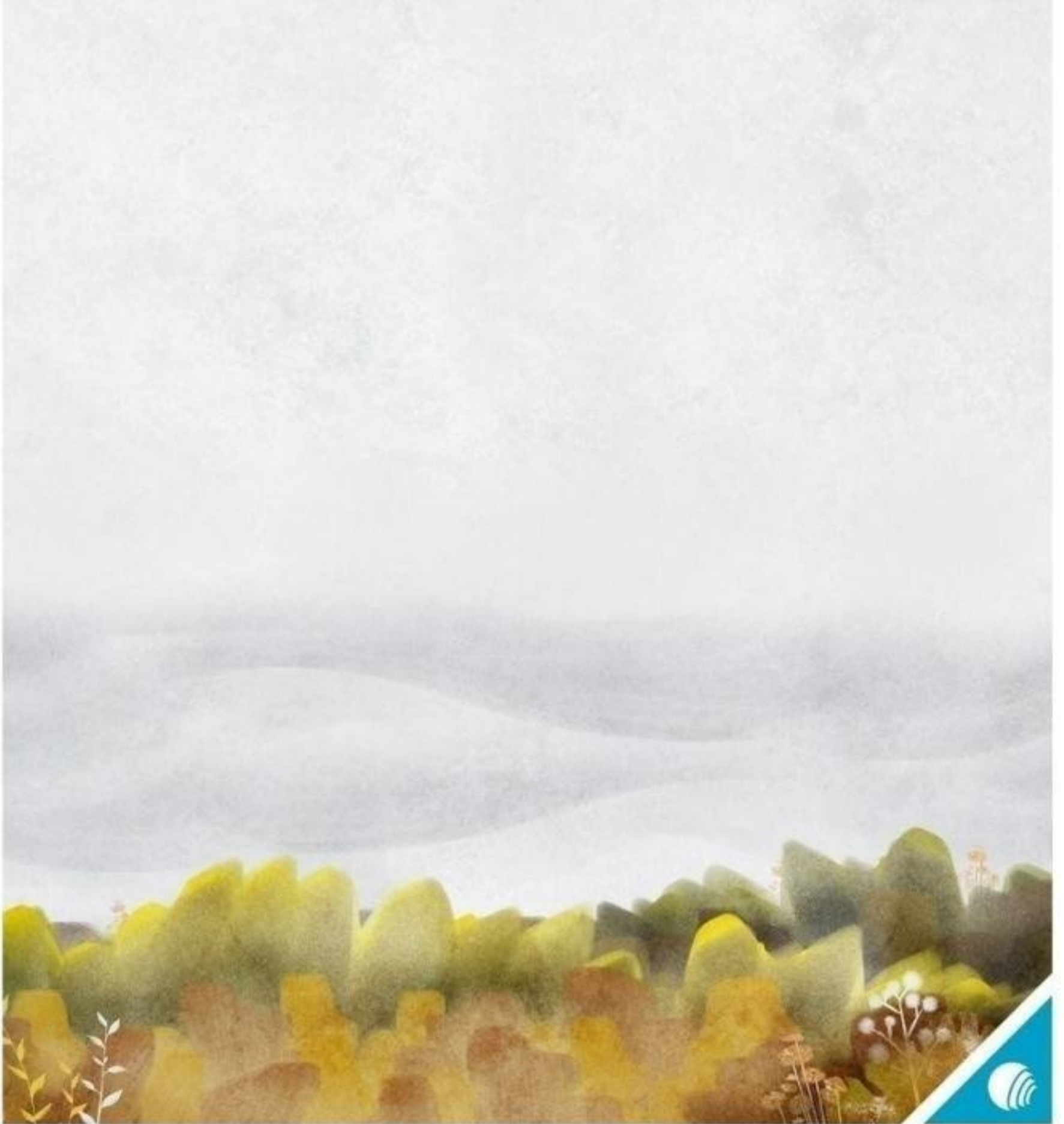




EKUAD JETPR

ISSN:2149-7702
e-ISSN:2587-0718

Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi
Journal of Education, Theory and Practical Research



ISSN:2149-7702
e-ISSN:2587-0718

**JOURNAL OF EDUCATION, THEORY AND PRACTICAL
RESEARCH**

Volume: 9

Issue: 2

August 2023



**EKUAD
JETPR**

Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi

The Journal of Education, Theory and Practical Research is an international peer-reviewed journal published quarterly. All the responsibility of all the articles published in the Journal of Education, Theory and Practical Research in terms of language, science and law belongs to the authors, and the publishing rights belong to www.ekواد.com. It may not be reproduced, partially or completely, in any way, without the written permission of the publisher. The Editorial Board is free to publish or not publish articles submitted to the journal.



Education Source



H.W. Wilson

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)




 [Google Scholar](#)

 [ASOS Index](#)


 [Türk Eğitim İndeksi](#)

 [Sobiad](#)


 [Index Copernicus](#)

 [Eurasian Scientific Journal Index](#)

 [DRJI](#)


 [Academic Keys](#)

 [RI Rootindexing](#)

 [International Innovative Journal Impact Factor](#)

 [ResearchBib](#)

 [Journal Factor](#)

 [Sparc Indexing](#)

 [i2or](#)

 [Scientific Indexing Services](#)


 [COSMOS IF](#)

 [CiteFactor](#)

 [OpenAIRE](#)

 [WorldCat](#)

 [Journals Directory](#)

 [Bielefeld Academic Search Engine \(BASE\)](#)

 [issuu](#)

 [idealonline](#)

JOURNAL OF EDUCATION, THEORY AND PRACTICAL RESEARCH

Volume: 9

Issue: 2

August 2023

Owner

Prof. Dr. Sabri SİDEKLİ, *Muğla Sıtkı Koçman University*, Türkiye

Page Design

Assoc. Prof. Dr. Alper YORULMAZ, *Muğla Sıtkı Koçman University*, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Özkan ÇELİK, *Muğla Sıtkı Koçman University*, Türkiye

Cover Design

Dr. Kahraman KILIÇ, *Muğla Sıtkı Koçman University*, Türkiye

Address

Türkiye Republic Muğla Sıtkı Koçman *University*, Faculty of Education Department of Elementary Education

Central Campus – Muğla / TÜRKİYE

Tel: +90 252 211 31 89

E-mail: editorekuad@gmail.com

www.ekvad.com

<http://dergipark.gov.tr/ekvad>

Journal of Education, Theory and Practical Research is an International Quarterly Published Peer Reviewed Journal.

Publishing

Türkiye Republic Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Education Department of Elementary Education

Central Campus – Muğla / TÜRKİYE

CHIEF EDITORS

Prof. Dr. Douglas K. HARTMAN, *Michigan State University, USA*

Prof. Dr. Firdevs GÜNEŞ, *Ankara University, Türkiye*

SPECIALIZED CO-EDITORS

Prof. Dr. Ahmet Ali GAZEL, *Afyon Kocatepe University, Türkiye*

Prof. Dr. Ahmet GÜNEYLİ, *Yakın Doğu University, KKTC*

Prof. Dr. Ali YILDIRIM, *Göteborg University, Norway*

Prof. Dr. Ayfer KOCABAŞ, *Dokuz Eylül University, Türkiye*

Prof. Dr. Bayram BAŞ, *Yıldız Teknik University, Türkiye*

Prof. Dr. Bekir BULUÇ *Gazi University, Türkiye*

Prof. Dr. Canan ÇETİNKANAT, *Lefke Avrupa University, KKTC*

Prof. Dr. Cheung YIK, *Oxford, Hong Kong*

Prof. Dr. Chien-Kuo LI, *Shih Chien University, Tayvan*

Prof. Dr. Çavuş ŞAHİN, *Çanakkale 18 Mart University, Türkiye*

Prof. Dr. Emre ÜNAL, *Niğde Ömer Halis Demir University, Türkiye*

Prof. Dr. Gülden BALAT, *Marmara University, Türkiye*

Prof. Dr. Hamit YOKUŞ, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*

Prof. Dr. Hasan DENİZ, *University of Nevada, USA*

Prof. Dr. Hayati AKYOL, *Gazi University, Türkiye*

Prof. Dr. Jack CUMMINGS, *Indiana University, USA*

Prof. Dr. Kamil ÖZERK, *Oslo University, Norway*

Prof. Dr. Kathy HALL, *University College Cork, Ireland*

Prof. Dr. Mary HORGAN, *College Cork University, Ireland*

Prof. Dr. Mehmet BAYANSALDUZ, *Dokuz Eylül University, Türkiye*

Prof. Dr. Micheal BROWN, *Mississippi State University, USA*

Prof. Dr. Mihaela GAVRILA-ARDELEAN, *Universitatea de Vest Vasile Goldiş Arad University, Romania*

Prof. Dr. Murat İSKENDER, *Sakarya University, Türkiye*

Prof. Dr. Ramazan SEVER, *İnönü University, Türkiye*

Prof. Dr. Sabri SİDEKLİ, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*

Prof. Dr. Selma YEL, *Gazi University, Türkiye*

Prof. Dr. Selami YANGIN, *Recep Tayyip Erdoğan University, Türkiye*

Prof. Dr. Shannon MELIDEO, *Marymount University, USA*

Prof. Dr. Süleyman CAN, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*

Prof. Dr. Şener BÜYÜKÖZTÜRK, *Hasan Kalyoncu University, Türkiye*

Prof. Dr. Tillotson LI, *Tung Wah College, Hong Kong*

Prof. Dr. Tolga ERDOĞAN, *Trabzon University, Türkiye*

Prof. Dr. Ziad SAID, *College of The North Atlantic Qatar University, Qatar*

Prof. Dr. Vahdettin ENGİN, *Marmara University, Türkiye*

Prof. Dr. Veli TOPTAŞ, *Kırıkkale University, Türkiye*

Prof. Dr. Yalçın BAY, *Anadolu University, Türkiye*

Prof. Dr. Virginia ZHELJAZKOVA, *Vuzf University, Bulgaria*

Assoc. Prof. Dr. Özkan ÇELİK, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*

Assoc. Prof. Dr. Sayım AKTAY, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*

Assoc. Prof. Dr. Hilal İlknur TUNÇELİ, *Sakarya University, Türkiye*

Dr. Abdullah GÖKDEMİR, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*

Dr. Anna MARINOVA, *Vratsa University, Bulgaria*

Dr. Fajardo Flores Silvia BERENICE, *Universidad De Colima, Mexico*

Dr. Gavriela A. LIVIU, *Universitatea de Vest Vasile Goldiş Arad University, Romania*

Dr. Hassan ALI, *The Maldives National University, Maldives*

Dr. Kimete CANAJ, *Kosovo Erasmus Office, Kosovo*

Dr. Matthew A. WILLIAMS, *Kent State University, USA*

Dr. Sonya Kostova HUFFMAN, *Iowa State University, USA*

Dr. Slávka HLÁSNA *Dubnica Institute of Technology, Slovakia*

LANGUAGE EDITORS

Res. Asist., Orcin KARADAĞ, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*
MA Holder Ayten ÇOKÇALIŞKAN, *Ministry of National Education, Türkiye*

TYPESETTING EDITORS

Assoc. Prof. Dr. Özkan ÇELİK, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*
Dr. Halil ÇOKÇALIŞKAN, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*

INDEX EDITOR

Assist. Prof. Dr. Hatice Kübra KOÇ, *Erzincan Binali Yıldırım University, Türkiye*
Dr. Sedat ALTINTAŞ, *Sinop University, Türkiye*

SCIENCE BOARD

- Prof. Dr. Alev DOĞAN, *Gazi University, Türkiye*
Prof. Dr. Ali GÖÇER, *Erciyes University, Türkiye*
Prof. Dr. Ali SÜLÜN, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*
Prof. Dr. Ali Fuat ARICI, *Yıldız Teknik University, Türkiye*
Prof. Dr. Ayfer ŞAHİN, *Ahi Evran University, Türkiye*
Prof. Dr. Bahri ATA *Gazi University, Türkiye*
Prof. Dr. Bayram BAŞ, *Yıldız Teknik University, Türkiye*
Prof. Dr. Bilal DUMAN, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*
Prof. Dr. Erol DURAN, *Uşak University, Türkiye*
Prof. Dr. Hakan AKDAĞ, *Mersin University, Türkiye*
Prof. Dr. Hasan ŞEKER, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*
Prof. Dr. İbrahim COŞKUN, *Trakya University, Türkiye*
Prof. Dr. İsmail KARAKAYA, *Gazi University, Türkiye*
Prof. Dr. İzzet GÖRGEN, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*
Prof. Dr. Jale ÇAKIROĞLU *Orta Doğu Teknik University, Türkiye*
Prof. Dr. Levent ERASLAN, *Anadolu University, Türkiye*
Prof. Dr. Mehmet KURUDAYIOĞLU, *Hacettepe University, Türkiye*
Prof. Dr. Mustafa SARIKAYA, *Gazi University, Türkiye*
Prof. Dr. Mustafa ULUSOY, *Gazi University, Türkiye*
Prof. Dr. Nil DUBAN, *Afyon Kocatepe University, Türkiye*
Prof. Dr. Ömer GEBAN *Orta Doğu Teknik University, Türkiye*
Prof. Dr. Sabahattin DENİZ, *İzmir Demokrasi University, Türkiye*
Prof. Dr. Salih RAKAP, *Ondokuz Mayıs University, Türkiye*
Prof. Dr. Sefa BULUT, *İbn Haldun University, Türkiye*
Prof. Dr. Selahattin KAYMAKCI, *Kastamonu University, Türkiye*
Prof. Dr. Serdarhan Musa TAŞKAYA, *Mersin University, Türkiye*
Prof. Dr. Şendil CAN, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*
Prof. Dr. Yusuf DOĞAN, *Gazi University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Ahmet VURGUN, *Marmara University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Alper KAŞKAYA, *Erzincan University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Aslı TAYLI, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Aylin ÇAM, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Ayşe Derya IŞIK, *Bartın University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Burcu ŞENLER PEHLİVAN, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Burçak BOZ YAMAN, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Çiğdem ALDAN KARADEMİR, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Emel GÜVEY AKTAY, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Emre ER, *Yıldız Tecical University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Erkam Süleyman SULAK, *Ordu University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Ezgi AKŞİN YAVUZ, *Trakya University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Hilal İlknur TUNÇELİ, *Sakarya University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Mustafa KOÇ, *Sakarya University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Nesrin BAY, *Eskişehir Osman Gazi University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Oğuz GÜRBÜZTÜRK, *İnönü University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Oğuzhan KURU, *Erzincan University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Pusat PİLTEN, *Ahmet Yesevi University, Kazakistan*
Assoc. Prof. Dr. Sedat GÜMÜŞ, *Necmettin Erbakan University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Semra TİCAN BAŞARAN, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Yasin GÖKBULUT, *Gaziosmanpaşa University, Türkiye*
Assoc. Prof. Dr. Yılmaz KARA, *Bartın University, Türkiye*
Dr. Alper YONTAR, *Çukurova University, Türkiye*
Dr. Fatma Özge ÜNSAL, *Marmara University, Türkiye*
Dr. Sıtkı ÇEKİRDEKÇİ, *Sinop University, Türkiye*
Dr. Sibel DAL, *Alanya Alaaddin Keykubat University, Türkiye*
Dr. Zeynep KILIÇ, *Maltepe University, Türkiye*

SECRETARY

Dr. Güler GÖÇEN KABARAN *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*

Dr. Zeynep Ezgi ERDEMİR, *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Türkiye*

CONTENTS

Neriman ÖZTÜRK Banu ERGİN	Determining Leader Accountability and Ethical Climates in Universities in Türkiye	108-121
Veli TOPTAŞ Büşra USLUOĞLU	Developing the Mathematical Misconception Awareness Scale for Primary School Teachers: A Reliability Study	122-134
Sıla KAYA-CAPOCCI	Designing Digital Formative Assessment for Entrepreneurial STEM Education	135-152
Selçuk ŞAHİNGÖZ	The Effect of Being Scientifically Literate Citizen on Everyday Life in 21st Century: Sample of Electrical Circuits	153-162
Aysel FERAH ÖZCAN Hilal İlknur TUNÇELİ	The Color Liking and Object Color Preferences of 48-84 Month-old Children According to the Gender	163-178



Determining Leader Accountability and Ethical Climates in Universities in Türkiye

Neriman ÖZTÜRK¹, Banu ERGİN²

Abstract

The aim of this study is to determine the leader accountability and ethical climates perception levels and the relationship between accountability dimension of ethical leadership behaviors and ethical climate in universities. The research was designed in quantitative model, correlational and single-subject research was conducted. The population of the research was composed of academicians from engineering faculties in universities of Marmara Region. In the research, a survey form involving “Personal Information Form”, “Leader Accountability Scale” and “Ethical Climate Scale” was used as the data collection tool. Data was collected via Survey Monkey. Data analysis was performed with descriptive statistics, appropriate difference tests, and regression analyses According to results, leader responsibility, answerability and openness behaviors are perceived in moderate level. “Laws and codes” and “Rules” ethical climates were most perceived climate types while the “organizational interest” and “caring”. Ethical climate types perception levels differ significantly according to status (state/foundation) of university. Furthermore, it was revealed that there is a moderate level relationship between perception level of leader accountability behaviors and perception level of ethical climate. The perception level of ethical climate predicts the perception level of “responsibility” behavior of leader. Furthermore, it is determined that perception level of “laws and codes”, “caring” and “instrumental” ethical climates predict the perception level of leader accountability.

Key Words

Leader accountability
Ethical climate
Leadership
Ethics
Higher education ethics

About Article

Posting date: 16.05.2022
Acceptance date: 05.06.2023
E-Release date: 31.08.2023

¹ Dr., Industrial Application Software Business Academy, Türkiye, ozturk.neriman@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-2485-6597>

² Dr., Türkiye, bkerin8@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-4023-5923>

Introduction

With the realization of the importance of ethics in management science, it has become important to examine the individual and organizational factors that cause ethical or unethical behaviors of employees. According to the ethical climate theory (Victor and Cullen, 1987, 1988), the perceived organizational ethical climate reflects the beliefs about what behavior is right in the organization and affects employees' ethical decision-making and ethical behaviors (Sims, 1992). Employees learn how to behave, what values are important and rewarded through both formal and informal socialization (Victor and Cullen, 1987). A positive perception of ethical climate significantly affects employees' organizational commitment, job satisfaction and psychological well-being positively and prevents the occurrence of dysfunctional behaviors (Martin and Cullen, 2006). The ethical climate theory (Victor and Cullen, 1988) puts forward six basic types of organizational ethical climate. These are individual interest, organizational interest, caring, independence, rules and laws/codes climates. Among these climate types, individual interest ethical climate type has been found to cause the most unethical behavior (Wimbush and Shepard, 1994). Self-interest refers to the perception of employees in the organizational climate that decisions are made primarily in line with their own personal interests (Victor and Cullen, 1988). Which factors are effective in the formation of ethical climate in organization has been a subject of study since the 1950s. The main factors that play a role in the formation of ethical climate are classified as organizational structure, external context of the organization, and strategic and managerial orientations (Martin and Cullen, 2006). According to Mayer et al. (2009), ethics starts at the top management level and moves down to lower levels of management to influence employee behavior. It has been observed that when there is ethical leadership in management, undesirable behaviors in the organization decrease (Gill et al., 2015, Kuenzi et al., 2009, Mayer et al., 2010, cited in Guarin, 2019). Ethical leadership theory reveals that the ethical behavior of leaders influences the ethical decisions and actions of employees (Brown and Trevino, 2006). Ethical leadership exerts its influence through social learning (Bandura 1977, 1986, as cited in Steinbauer, 2014). Ethical leaders set the ethical tone in an organization by demonstrating, communicating and reinforcing appropriate behaviors. They treat followers fairly, lead by example, manage moral values strongly, and have an internalized moral perspective that enables idealized influence practices (Brown et al., 2005, Walumbwa et al., 2008; cited in Steinbauer, 2014). Ethical leaders are those who use their power for the benefit of others and the organization (Gini, 1998; Kanungo, 2009; Randall, 2012), exhibit appropriate attitudes and behaviors in interpersonal relationships (Brown et al., 2005), and are honest and accountable (Nei et al., 2018). Leader accountability, one of the dimensions of accountability, is an important ethical behavior (Foy, 2019, Nei et al., 2018). Wood and Winston (2007), who introduced the theory of leader accountability, identified three basic dimensions of leader accountability. These are consent, openness and answerability in accepting responsibilities. Today, leaders are encouraged to exhibit ethical behaviors through accountability and leader accountability is considered as one of the main ways to improve business ethics (Petrick and Quinn, 2001). Although empirical measurement of leader accountability is gaining importance, it is seen that there are very few studies in this field and there is a gap in the literature on the relationship between leader accountability and ethical climate. University education is expanding globally in terms of factors such as the increase in the number of students, diversification of service providers, and the use of technology in education and training. With this expansion, some risks arise for higher education, which has evolved from an elite structure to a mass structure. With the massification of higher education institutions, practices that require questioning the ethical and moral values of institutions have started to be frequently encountered. These include unethical practices, the transformation of universities from autonomous academic institutions to business-oriented institutions, softening of standards in student assessments, questionable education providers, fraud in international education and, in some cases, in student recruitment (Prisacariu and Shash, 2016). The low ranking level of Turkish universities (cwur.org/2018-19.php), low number of articles and citations, high plagiarism rates (Toprak, 2016, Yalçıntaş and Selçuk, 2016; Yalçıntaş, 2017), academic and administrative autonomy problems of universities (Biçer, 2006; Çelik and Gür, 2014; Öztürk, 2004), mobbing (Çivilidağ, 2011; Çögenli, 2013; Konaklı, 2011; Tanrıverdi, 2016) have emerged as the main problems of universities in Turkey in recent years.

It is very important that universities, which are expected to train highly qualified and creative human power, have a structure that is innovative in terms of academic and institutional functioning, that

follows changes and quickly adapts itself to these changes, and that can compete with world universities (Erdoğan, 2014, Tekeli, 2012; Yamamoto, 2018).

Determining the relationship between leader accountability behaviors and ethical climate in universities is the main aim of this study. The sub-problems of the study are as follows:

1. What is the level of perception of academicians about the leader accountability behaviors in universities? Do academicians' perceptions of leader accountability differ according to state/foundation status of the university? Does the state/foundation status of the university predict the level of leader accountability behaviors?
2. What is the level of perception of academicians about the ethical climate types in universities? Do academicians' perceptions of ethical climate differ according to state/foundation status of the university? Does the state/foundation status of the university predict the level of ethical climate?
3. Is there a statistically significant relationship between leader accountability and ethical climate perception levels?

Method

Design of the Research

The aim of the study is to determine the relationship between leader accountability behaviors and ethical climate perceptions of academicians, the study was designed in the correlational survey model. The relationships between the level of leader accountability and ethical climate perceived by academicians were examined.

Population and Sample

The population of the study consists of faculty members, lecturers and research assistants working in the engineering faculties of state and foundation universities in the Marmara Region. According to YOK (Higher Education Council of Higher Education) statistics for the 2017-2018 academic year, a total of 3691 academicians work in the engineering faculties of 56 universities with engineering faculties in the Marmara Region. Of these, 2431 are employed in public universities and 1260 in foundation universities.

In order to determine the sample size, the following minimum sample calculation formula (Özdamar, 2003) was used for the universe with a certain main population size and the sample size was found to be 348 with a margin of error of $e=5$ at 95% confidence interval.

$$n = \frac{Nt^2pq}{d^2(N-1) + t^2pq}$$

“n” : number of academicians

“q”: probability (0.5)

“f”: at a given significance level, the theoretical value found according to the t table

“t” =1,96 (value found in t-table: $\alpha=0.05$ için 1.96)

“d”: accepted sampling error according to the frequency of occurrence of the event (.05)

$$x = \frac{3691 \cdot (1,96) \cdot (1,96) \cdot 0,5 \cdot 0,5}{0,05 \cdot 0,05 (3691 - 1) + 1,96 \cdot 1,96 \cdot 0,5 \cdot 0,5} = 348$$

A survey link was sent to the entire population via Survey Monkey program. The total number of participants was 412. 35,2% of the participants were female and 64,5% were men. 319 of them were working in public universities and 93 in foundation universities. 15.8 % of participants were between 20-30 years old; 37.55 were between 31-40 years old, 22.9% were between 41-50 years old, 14.6% were between 51-60 years old and 5.8% were between 61-70 years old. 70.8% were PhD graduate, 21.9% PhD students. 20.04% of participants were professors, 15.8% were associate professors, 24.1% were doctor faculty members, 21.9% were research assistants and 12.9% were lecturers. The percentage of participants with managerial positions was 24.8.

The frequency and percentage of the administrators that the participants chose to evaluate in terms of leader accountability behaviors is given in Table 1. As seen in Table 1, the administrators that the participants chose to evaluate in terms of leader accountability behaviors the most were the department head (37.6) and the dean with (25.2). The least evaluated administrators were the coordinator with (4.10), the institute director (4.34%), and the rector (3.88%).

Table 1. Frequency and percentage of the administrator evaluated by participants

Administrator	Frequency	%
Rector	66	16.1
Head of department	155	37.7
Dean	104	25.3
Dean deputy	3	0.7
Rector deputy	9	2.2
Coordinator	9	2.2
Institute director	11	2.7
Other	29	7.1
Not answered	26	6.0
Total	412	100

The responses of the participants to the "Other" option are as follows: "Trustees and senior management" (6.8%); "General, all administrators" (37.9%); "Administrative units" (3.4%); "Head of department" (10.34%); "Faculty member" (13.79%); "Executive" (3.4%); "Rectorate" (3.4%); "Rector, dean, department head" (N=2); "Supervisor" (3.4%); "Dean, department head, department head", (3.4%); "doctor faculty member" (3.4%); "Thesis advisor" (3.4%). It is seen that the participants mostly chose to evaluate the manager in the position of "Head of Department" (37.7%).

Data Collection Tools

As data collection tool a questionnaire form was composed of 3 sections: "Personal information form", "Leader Accountability Scale" and "Ethical Climate Scale".

The "Leader Accountability Scale" was used to determine the leader accountability perception levels of academicians. This scale consists three subscales ("openness", "answerability" and "responsibility" subscales) developed by Wood and Winston (2005). Scale was adapted into Turkish and validity and reliability study was conducted by Öztürk and Celep (2009). The validity and reliability study was conducted with a sample of 143 primary school teachers in Istanbul. Cronbach's alpha value for the answerability dimension was .90, Cronbach's alpha value for the openness dimension was .90 and Cronbach's alpha value for the responsibility dimension was .93. Cronbach's alpha reliability coefficient is between 0.00-1.00 (Büyükoztürk, 2007).

As a result of the exploratory factor analysis conducted for the 15-item "Responsibility" subscale, it was seen that the factor loadings of items 1 and 8 of the scale were below .30 and these two items were removed. With the removal of these items, it was seen that all items were gathered under a single factor and the factor loadings were above .30. The total variance explained is 71.19%.

The exploratory factor analysis for the 20-item "Openness" subscale showed that item 19 had factor loadings of .51 under factor 1 and .31 under factor 2. The difference between the two loadings of the items should be at least .10. With the 14th item removed, it was seen that all items of the scale were gathered under a single factor and the factor loadings were above .30.

For the 15-item "Answerability" subscale, exploratory factor analysis was conducted and it was seen that the factor loadings of all items were above .30 and the items were gathered under a single factor.

Cronbach's Alpha reliability analysis was conducted to determine the reliability coefficient of the scores obtained from the "leader accountability" scale. Cronbach's Alpha reliability coefficients for the sub-dimensions of the scale were found to be .96 for the Responsibility sub-dimension, .97 for the Answerability sub-dimension and .98 for the Openness sub-dimension. It was concluded that the reliability coefficient of the Leader Accountability scale and its sub-dimensions were high and the scale was reliable for the research group Büyükoztürk (2007).

“Ethical Climate Scale” was used to determine the ethical climate perception levels of academicians. The ethical climate scale developed by Victor and Cullen (1987, 1988) theoretically consists of nine dimensions. The "ethical climate scale" has been used in many studies since 1987. Five climate types were empirically found to provide the most data (Özen and Dukan, 2016; Viacey and Barnett 1996; Elçi and Alpkın, 2006; Kılıç, 2013). Self-interest and organizational interest climates were classified as "instrumental climate"; friendship and team benefit climates were classified as "caring climate", while social responsibility and efficiency dimensions were not included in the classification (Martin and Cullen, 2006). In this study, the ethical climate scale by Kılıç (2013) was used. Exploratory factor analysis was conducted to analyze the construct validity of the scale.

As a result of the analysis, the factor loadings of item "In this organization, employees who increase their individual gains (interests) are considered successful by other employees" in the "Individual Interest" climate dimension; the item "In this organization, employees who increase their individual gains are considered successful by other employees" in the "Organizational Interest" dimension and the item "In this organization, a job or practice that starts to harm the interests of the organization is not welcomed by the employees" in the "Organizational Interest" dimension; "In this institution, employees are always expected to do things that will benefit citizens and society" in the "Social Responsibility" dimension; "In this institution, employees' level of compliance with legal and professional standards is considered the most important performance criterion" in the "Professionalism" dimension were found to be below .30. With the removal of those items, it was seen that the factor loadings of all items were above .30 and were gathered under 6 factors and these six factors explained 61.50% of the total variance.

Analysis of Data

SPSS program was used to analyze the data. Descriptive statistical methods (Number, Percentage, Mean, Standard Deviation) and relational analysis (regression analysis, correlation analysis) were used to analyze the data. After the normal distribution tests were applied, a t-test was conducted to examine the levels of leader accountability and ethical climate perceptions of academicians in terms of the state/foundation status of the university. The calculation developed by Cohen (1988) was used to calculate the effect size. Cohen put forward the following ranges regarding the strength of the effect size (d):

$d < 0.2$ small effect size

$d > 0.5$ medium effect size

$d > 0.8$ large effect size

Correlation analysis was conducted to examine the relationship between leader accountability and ethical climate. Pearson correlation analysis was used to examine the relationships between the dimensions of the scales, and regression analysis results were included for the relationships between the sub-dimensions of the factors.

Pearson correlation analysis was conducted to determine the relationship between perceived leader accountability behaviors and perceived organizational ethical climate types. Correlation analysis reveals whether there is a linear relationship between two numerical measurements, and if so, what is the direction and severity of this relationship. Pearson correlation coefficient is preferred if the data are normally distributed, and Spearman Rank correlation coefficient is preferred if the data are not normally distributed (Büyüköztürk, 2007).

For a valid correlation coefficient the p value must be less than 0.05. A negative (inverse) correlation occurs when the correlation coefficient is less than 0. This is an indication that both variables move in the opposite direction. If the coefficient is a positive number, the variables are directly related (i.e., as the value of one variable goes up, the value of the other also tends to do so). Values always range from -1 for a perfectly inverse, or negative, relationship to 1 for a perfectly positive correlation. Values at, or close to, zero indicate no linear relationship or a very weak correlation (Büyüköztürk et al., 2010). In the correlation analysis, the Bonferroni method was used to minimize Type 1 error (Green and Salkind, 2004), and the significance level (0.05) was based on the value of 0.004 obtained by dividing the calculated correlation number (11).

Regression analysis describes the process of explaining the relationship between two or more variables that have a relationship between them with a mathematical equation by separating one of them as a dependent variable and the others as independent variables. In regression analysis;

- ✓ If the dependent variable is one and the independent variable is one, the method is called Simple Regression Analysis,
- ✓ Multiple Regression Analysis if the dependent variable is one and the independent variable is two or more,
- ✓ If the dependent variable is two or more, it is called Multivariate Regression Analysis (Büyüköztürk, 2007).

Effect size is generally defined as the magnitude of the difference between the null hypothesis and the alternative hypothesis. This is an indicator of the practical significance of the research results. The effect size was calculated using Cohen's f^2 statistic. The f^2 value is calculated as follows:

$$f^2 = \frac{R^2}{1 - R^2}$$

Cohen's (1988) effect size values:

- $0.02 \leq f^2 < 0.15$ small effect size
- $0.15 \leq f^2 < 0.35$ medium effect size
- $0.35 \leq f^2$ -> large effect size

Results

Leader Accountability Perception Levels

Descriptive statistical analyses and t-test results for the leader accountability dimensions of "answerability", "responsibility" and "openness" are given.

Table 2. Descriptive statistics of the leadership accountability perception levels of academicians

Scale	Dimensions	University type	N	\bar{X}	Ss	
Leader Accountabiity	Openness	State	319	3.21	1.14	
		Foundation	93	3.68	1.09	
		Total	412			
	Answerability	State	State	319	3.15	1.10
			Foundation	93	3.64	1.05
			Total	412		
		Responsibility	State	319	3.08	1.11
			Foundation	93	3.62	1.03
			Total	412		

As could be seen in Table 2, leader accountability behaviors are perceived at a high level ($\bar{X} = 3.40- 4.19$) for "Responsibility", "Answerability" and "Openness" dimensions in foundation universities and at a medium level ($\bar{X} = 2.60- 3.39$) in state universities. A t-test was conducted to determine whether the difference between the mean levels of perceived leader accountability behaviors for all three sub-dimensions according to the state/foundation status of the university was significant (Table 3, Table 4, Table 5).

Table 3. The comparison of the leader openness behaviors perception levels of academicians regarding university status variable (the results of t-test)

Sub-scale	Dimension	N	\bar{X}	Ss	df	t	p	d
Openness	State	319	3.21	1.14	155	-3.62	.00	0.60
	Foundation	93	3.68	1.09				

According to the results of the t-test conducted to determine whether the difference between the mean levels of leader openness behaviors was statistically significant or not, the difference was found

to be significant ($p < .05$). When the effect value was calculated, a value of 0.60 was obtained. This value indicates that the effect size of the difference between the two groups is moderate.

Table 4. The comparison of the leader answerability behaviors perception levels of academicians regarding university status variable (the results of t-test)

	Status	N	\bar{X}	Ss	df	t	p	d
Answerability	State	319	3.15	1.10	156	-3.89	.00	0.65
	Foundation	93	3.64	1.05				

As could be seen in Table 4, the level of perception of the leader's answerability behaviors differs significantly according to the state/foundation status of the university where the participants work ($p < .05$). When the effect size was calculated, a value of 0.65 was obtained. It is seen that the effect size of the difference between the two averages is at a medium level.

Table 5. The comparison of the leader responsibility behaviors perception levels of academicians regarding university status variable (the results of t-test)

Sub Scale	Status	N	\bar{X}	Ss	df	t	P	d
Responsibility	State	319	3.08	1.11	159	-4.35	.00	.72
	Foundation	93	3.62	1.03				

* $p < .05$

As could be seen in Table 5, the level of perception of leader's responsibility behaviors differs significantly according to the state/foundation status of the university ($p < .05$). When the effect size was calculated, $d = 0.72$ was obtained. Accordingly, it is seen that the effect size of the difference between the averages of "Responsibility" behaviors of academicians working in state and foundation universities is high.

Regression analysis was conducted to reveal whether the type of university (state/foundation) is a significant predictor of leader accountability level and the results are presented in Table 6.

Table 6. Results of regression analysis for predicting leader accountability level regarding university status

Predictor variables	B	SH	β	t	p	R	R ²	ΔR^2	F	f^2
Constant	2.68	0.16	3.94	16.74	.00	.19	.03	.03	15.57	
un.type	.48	0.12	.19							.03

* $p < 0.05$

Table 6 shows that the state/foundation status of the university is a significant predictor of the perceived level of leader accountability ($R^2 = 0.03$; $F = 15.57$; $p < 0.05$). It can be said that 0.03% of the total variance of leader accountability level is explained by the type of university. The effect size was calculated using Cohen's f^2 statistic. As a result of the calculation, the f^2 value was found to be 0.03. Accordingly, it is seen that the effect value is small and the effect of university type on predicting the level of leader accountability is at a low level.

Ethical Climate Types Perception Levels

In the analyses conducted to seek an answer to the question "What are the perceived types of ethical climate in engineering faculties of universities?", it was found that the perceived types of ethical climate were as follows: "Individual interest" climate at medium level ($\bar{X} = 3.35$), "Organizational interest" climate at medium level ($\bar{X} = 2.95$), "Friendship" climate at medium level ($\bar{X} = 2.94$), "Independence" climate at medium level ($\bar{X} = 3.08$), "Rules" climate at high level ($\bar{X} = 3.40$), "Laws and Codes" climate was perceived at a high level ($\bar{X} = 3.59$). In the analyses made for the perceived ethical climate types, "Individual Interest" climate at a medium level ($\bar{X} = 3.35$), "Organizational Interest" climate at a medium level ($\bar{X} = 2.95$), "Friendship" climate at medium level ($\bar{X} = 2.94$), "Independence" climate at medium level ($\bar{X} = 3.08$), "Rules" climate at high level ($\bar{X} = 3.40$), "Laws and Codes" climate at high level ($\bar{X} = 3.59$).

Table 7. Descriptive statistics for ethical climates types perception levels

Scale	Dimensions	Un.type	N	\bar{X}	Ss
Ethical climate	Individual Interest	State	319	3.44	1.12
		Foundation	93	3.07	1.08
		Total	412	3.35	
	Organizational Interest	State	319	2.89	.74
		Foundation	93	3.16	.81
		Total	412	2.95	
	Friendship	State	319	2.86	.84
		Foundation	93	3.21	.87
		Total	412	2.94	
	Independence	State	319	3.10	.89
		Foundation	93	3.00	.88
		Total	412	3.08	
	Rules	State	319	3.28	.97
		Foundation	93	3.80	.93
		Total	412	3.40	
	Laws and codes	State	319	3.51	.91
		Foundation	93	3.85	.93
		Total	412	3.59	

A t-test was conducted to determine whether the difference between the perceived ethical climate types in public and foundation universities was significant (Table 8). Accordingly, the difference between the averages of "Individual Interest", "Friendship", "Organizational Interest", "Rules" and "Laws and Codes" was found to be significant ($p < 0.05$), but not significant for "Independence" ethical climate type ($p > 0.05$).

Table 8. Independent t-test results of perceived ethical climate types according to university type variable

Dimension	University type	N	\bar{X}	Ss	df	t	p	d
Individual interest	State	319	3.44	1.12	153	2.86	.00	0.48
	Foundation	93	3.07	1.08				
Organizational interest	State	319	2.89	.74	142	-3.21	.00	0.67
	Foundation	93	3.16	.81				
Friendship	State	319	2.86	.84	145	-3.45	.00	0.58
	Foundation	93	3.21	.87				
Independence	State	319	3.10	.89	149	.96	.33	-
	Foundation	93	3.00	.88				
Rules	State	319	3.28	.97	153	-4.69	.00	0.77
	Foundation	93	3.80	.93				
Laws and codes	State	319	3.51	.91	146	-3.10	.00	0.60
	Foundation	93	3.85	.93				

* $p < 0.05$

It is seen that the effect size for the difference between the groups for "Individual Interest", "Organizational Interest", "Friendship" and "Laws and Codes" ethical climate types is moderate, while the effect size for the difference between the groups for "Rules" ethical climate type is high ($d = .77$).

Simple linear regression analysis was conducted to reveal the effect of the state/foundation status of the university on the perceived level of ethical climate.

Table 9. Results of regression analysis for predicting ethical climate level regarding university status

Predictor Variables	B	SH	β	t	p	R	R ²	ΔR^2	F	f^2
Constant	2.91	0.69	42.33	.00	.00	.16	.02	0.02	12.02	
un.status	.18	.05	3.46							.02

* $p < 0.05$

Table 9 shows that the state/foundation status of the university is a significant predictor of the perceived ethical climate level ($R^2=0.02$; $F=12.02$; $p<0.05$). It can be said that 0.02% of the total variance related to the level of ethical climate is explained by the status of university. Cohen's f^2 statistic value was found to be 0.02. According to this, it is seen that the effect value is small and the prediction effect of the status of university on the level of ethical climate is at a low level.

Examining Leader Accountability-Ethical Climate Relationship

Pearson correlation analysis was conducted to determine the relationship between perceived leader accountability behaviors and perceived organizational ethical climate types.

Table 10. Correlation between leader accountability behaviors and ethical climate types

		Leader Accountability	Responsibility	Openness	Answerability
Laws and codes	<i>r</i>	.58	.59	.55	.55
	<i>p</i>	.00	.00	.00	.00
	<i>N</i>	412	412	412	412
Friendship	<i>r</i>	.54	.56	.51	.52
	<i>p</i>	.00	.00	.00	.00
	<i>N</i>	412	412	412	412
Independence	<i>r</i>	-.05	-.05	-.06	-.06
	<i>p</i>	.08	.09	.06	1.22
	<i>N</i>	412	412	412	412
Organizational interest	<i>r</i>	.42	.45	.38	.40
	<i>P</i>	.00	.00	.00	.00
	<i>N</i>	412	412	412	412
Individual interest	<i>r</i>	-.46	-.46	-.45	-.43
	<i>P</i>	.00	.00	.00	.00
	<i>N</i>	412	412	412	412
Rules	<i>r</i>	.56	.56	.53	.54
	<i>P</i>	.00	.00	.00	.00
	<i>N</i>	412	412	412	412
Ethical climate	<i>r</i>	.48	.50	.44	.47
	<i>P</i>	.00	.00	.00	.00
	<i>N</i>	412	412	412	412

* $p < 0.05$

Table 10 shows the correlation results between the variables in the study. Accordingly, it is seen that there is a significant, positive, medium level relationship between the level of perceived leader accountability behaviors and the level of perceived organizational ethical climate ($r=.48$; $p .00$).

When the correlation between perceived ethical climate level and perceived ethical climate types is examined, the highest correlation is revealed between "Rules" climate and perceived organizational ethical climate level ($r=.78$), followed by "Laws and Codes" climate ($r=.76$). There is a strong positive correlation between "Organizational Interest" and "Ethical climate" level ($r=.70$), there is a strong positive correlation between "Friendship" and "Ethical climate" level ($r=.67$), there is a moderate positive correlation between "Independence" and "Ethical Climate" level ($r=.34$), and there is a low negative correlation between "Individual Interest" climate type and perceived ethical climate level ($-.16$).

In general, it is understood that "openness ($r=.98$)", "answerability ($r=.97$)" and "responsibility ($r=.96$)" behaviors play a significant role in increasing the perception level of leader accountability behaviors.

Table 11. Results of regression analysis for predicting leader accountability level regarding ethical climate types

Predictors	B	SH	β	t	p	R	R ²	ΔR^2	F	f^2
Constant	1.57	.35	4.44	4.47	.00	.65	.42	.41	.95	.72
Individual interest	-.16	.05	-.14	-3.07	.00					
Organizational interest	-.12	.07	-.09	-1.68	.09					
Independence	-.03	.04	-.03	-.78	.43					
Friendship	.37	.09	.28	4.05	.00					
Rules	-.05	.07	-.04	-.73	.46					
Laws and codes	.51	.06	.43	7.84	.00					

*p<0.05

The theoretical model in determining the dependent and independent variables is based on literature review. The results of the linear regression analysis on the extent to which ethical climate types predict the level of leader accountability are presented in Table 11. As could be seen in Table 11 the variance explained by ethical climate types on the level of leader accountability is significant (F=49.95, p<0.05). Accordingly, when "individual interest", "organizational interest", "independence", "friendship", "rules", "laws and codes" ethical climate types are taken together, they explain 42.5% of the total variance related to the level of leader accountability behaviors (R²=.42; Adjusted R²=.41; p<0.05). The effect size was calculated using Cohen's f^2 statistic. As a result of the calculation, the f^2 value was found to be 0.72. This value is close to the high level (Cohen, 1988).

When the parameters related to the regression model are examined, the standardized regression coefficients β show that the order of importance of ethical climate types on the level of explaining the level of leader accountability is; "laws and codes" (β =.43; t=7.84; p<.05), "friendship" (β =.28; t=4.05; p<.05), "individual interest" (β =-.14; t=-3.07; p<.05), "organizational interest" (β =-0.96; t=-1.68; p>.05), "rules" (β =-.046; t=-.73; p>.05), "independence" (β =-.03; t=-.78; p>.05). When the t-test results regarding the significance of the regression coefficients are analyzed, it is seen that "laws and codes", "friendship", "self-interest" climate types are the variables predicting the level of leader accountability (p<.05).

According to the regression analysis results, the regression equation for explaining the level of leader accountability is as follows:

$$\text{Leader Accountability} = 1,57 - 0,16(\text{Individual Interest}) - 0,12(\text{Organizational Interest}) - 0,37(\text{Independence}) + 0,37(\text{Friendship}) - 0,05(\text{Rules}) + 0,51(\text{Laws and Codes})$$

As a result of multiple linear regression analysis, it was found that "laws and codes" ethical climate type and "friendship" ethical climate type had a significant and positive effect on leader accountability behaviors, "individual interest" ethical climate type had a significant and negative effect on leader accountability behaviors, "organizational interest", "independence" and "rules" climates did not have a significant effect on leader accountability behaviors.

Table 12. Results of regression analysis for predicting ethical climate level regarding leader accountability behaviors

Predictors	B	SH	β	t	p	R	R ²	ΔR^2	F	f^2
Constant	2.55	.06		41.50	.00	.652	.25	.24	43.50	
Responsibility	.22	.04	.56	4.70	.00					
Openness	-.10	.06	-.27	-1.77	.07					.33
Answerability	.08	.05	.20	.13	.06					

*p<0.05

Table 12 shows that the variance explained by leader accountability behaviors on the level of ethical climate is significant (F=43,501, p<0.05). Accordingly, "responsibility", "openness" and "answerability" behaviors together explain 25.4% of the total variance of ethical climate level (R²=.25; Adjusted R²=.24; p<0.05). When the parameters related to the regression model are examined, the standardized regression coefficients β show that the order of importance of leader accountability

behaviors on the level of explaining the level of ethical climate is; "responsibility" ($\beta=.56$; $t=4.70$; $p<.05$), "openness" ($\beta=-.27$; $t=-1.77$; $p>.05$), "answerability" ($\beta=-.20$; $t=.13$; $p>.05$). The effect size was calculated using Cohen's f^2 statistic. As a result of the calculation, the f^2 value was found to be 0.33. It is seen that this value is a moderate value (Cohen, 1988). When the t-test results regarding the significance of the regression coefficients are analyzed, it is seen that "responsibility" is the variable predicting the level of ethical climate ($p<.05$).

According to the regression analysis results, the regression equation for explaining the level of leader accountability is as follows:

$$\text{Ethical Climate} = 2,55 + 0,27(\text{Responsibility}) - 0,10(\text{Openness}) + 0,83(\text{Answerability})$$

As a result of multiple linear regression analysis, it was seen that leader responsibility behaviors had a positive and significant effect on ethical climate, while openness and answerability behaviors did not have a significant effect (Figure 1).

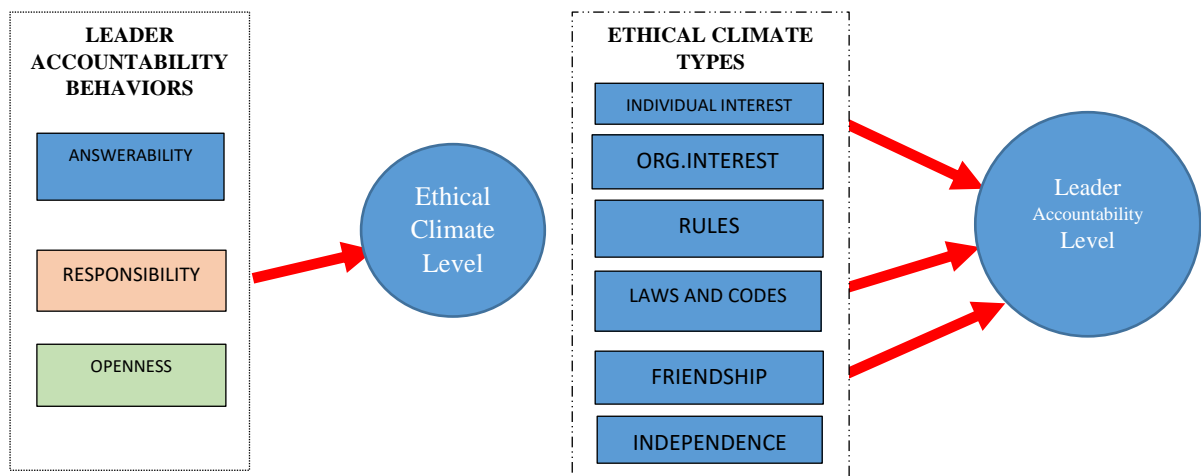


Figure 1. Leader accountability-ethical climate relationships

Discussion, Conclusion and Suggestions

In this study, the main purpose of which is to examine the relationship between leader accountability behaviors and ethical climate in universities based on the opinions of academicians it was observed that there were significant differences between public and foundation universities in terms of both perceived ethical climate and leader accountability behaviors. According to the findings, "laws and codes" climate type is perceived at a high level in both university types. It is noteworthy that "self-interest" climate type is perceived at a high level in public universities. "Self-interest" climate type is a climate type in which employees prioritize their own interests above everything else and act according to their own interests even to the detriment of others. Research has shown that the "self-interest" climate type is the climate type that causes unethical behaviors the most (Wimbush et al., 1997, as cited in Appelbaum, 2005). It seems to be a contradiction that both the "laws and codes" climate and the "self-interest" climate type are perceived at high levels in state universities. Accordingly, there is a perception that decisions are made according to universal external references such as laws and professional rules, and at the same time there is a perception that personal interests are at the forefront in decision making. Accordingly, it can be said that academics at state universities have a perception that the operation of laws, codes and rules is carried out by giving priority to certain individuals and groups, and that personal relationships are at the forefront.

The difference between the averages of perceived ethical climate types in public and foundation universities is not significant for "Independence" climate type, but it is significant for other climate types. When the effect size of the difference is calculated, it is seen that the effect size of the difference was high for the "Rules" climate type and medium for the other ethical climate types. As a result of the regression analysis, it was concluded that the status of the university is a significant predictor of the perceived ethical climate type, but the effect size (f^2) was low. In the literature, it is seen that the for-profit / not-for-profit status of the organization is included as a factor affecting the ethical climate (Simha

and Cullen, 2011; Laratta, 2011; Moore, 2012; Law, 2016), in this respect, it can be said that the findings obtained from this study support the findings obtained from previous studies.

It was observed that academicians working at state universities perceived leader accountability behaviors at a medium level for all three sub-dimensions (responsibility, openness, answerability), while academicians working at foundation universities perceived leader accountability behaviors at a high level. The difference between the mean perceptions of leader accountability of academicians working at public and foundation universities was significant for all three behaviors, and the effect size of the difference was found to be high for responsibility behaviors and medium for openness and answerability. It was concluded that university type was a significant predictor of perceived leader accountability, but the effect size (f^2) was low.

Another important result of the study is that leader accountability level predicts ethical climate and ethical climate types predict leader accountability behaviors. As a result of the regression analysis, it was revealed that "Code of Laws" climate, "Friendship" climate and "Self-Interest" climate types predicted perceived leader accountability behaviors level. In other words, high level perception of "Code of Laws" climate ($\beta=.431$, $p<.001$) and "Friendship" climate ($\beta=.28$, $p<.05+$) predicts high level perception of leader accountability, while high level perception of "Individual Interest" climate ($\beta=-.145$, $p<.001$) predicts low level perception of leader accountability behaviors.

On the other hand, the level of perceived leader accountability can also affect the level of perceived ethical climate. The findings show that the level of perceived leader accountability behaviors predicts the level of perceived ethical climate. Wood and Winston (2007) defined the responsibility dimension of leader accountability as "willingness to lead, make decisions and take actions for the benefit of the organization". Pless (2007) identified six key characteristics that form the moral foundation for accountability in leaders: being a visionary, building strong relationships (networker), being a change agent, being a storyteller, being a servant, having strong values, and being an active member of the community. According to Schlenker, Britt, Pennington, Murphy, Weigold, and Doherty (as cited in Thompson, 2013), who are leading theorists of individual accountability, felt responsibility is the most important element of the accountability process. In this context, it can be said that the findings of this study support the previous research findings. It can be said that by defining the responsibility behaviors of leaders within the organization, especially by reinforcing behavior sets such as working for the benefit of the organization, keeping the interest of the organization above all else, and taking responsibility for the consequences of their actions, it can positively affect the perception of ethical climate.

There is no study in the literature that directly reveals the effect of leader accountability behaviors on ethical climate. However, many studies have shown that leader behaviors are among the most important factors affecting the ethical climate. According to the ethical leadership theory, leaders who exhibit ethical leadership influence their employees. In order for leaders to be seen as attractive, trustworthy and legitimate role models by their employees, their behaviors should be evaluated as the right behaviors by the followers (Brown et al., 2005). When leader accountability is considered as an ethical behavior, it is seen that the findings obtained in the study support previous research findings (Bandura, 1986, Brown et al., 2005, Shin et al., 2015, Thompson, 2013) that reveal the relationship between leader ethical behaviors and ethical climate. In this respect, it can be said that the findings support the results of previous research.

In relation to ethical leadership, leader behaviors are usually expressed in abstract terms such as "honest", "trustworthy", "role model" behaviors. Leader accountability is expressed as proactive behaviors in establishing trust in the leader. From this point of view, this study is important in terms of revealing that leader accountability behaviors, that is, the perception by followers of the leader's willingness to lead, decide and take action for the benefit of the organization, predicts the level of perceived ethical climate.

Suggestions

- In establishing leader accountability mechanisms, it would be useful to work on establishing mechanisms not only for organizational/formal/ accountability mechanisms but also for individual and downward accountability. For this purpose, it may be useful to open communication channels, to create ways for employees to

question, criticize and complain about management decisions, to ensure broad participation of employees in decisions, to ensure that leaders explain the reasons for their actions and decisions, and to ensure that they take responsibility for the performance results achieved.

- In order to develop the "Laws and Codes" ethical climate type in universities, ways such as making the laws and codes clear, making them known to everyone, basing the decisions taken on the laws and codes and explaining the reasons for the decisions, creating and sharing codes at the level of departments in universities, explaining the importance of acting in accordance with the laws and codes to everyone and making it clear that the message that the contrary will not be accepted by the senior management can be followed.
- The least unethical behavior occurs in the "Friendship" climate. Ethics training programs can be developed to improve the climate of "friendship", and values such as cooperation, teamwork, supporting each other and caring for each other's well-being can be brought to the forefront at the institutional level.
- The research was conducted in engineering faculties of universities. There is a need to investigate the phenomena of leader accountability, ethical climate and organizational power distance in other faculties as well.
- There is a need for in-depth qualitative research on the factors that are effective in the perception of the "self-interest" ethical climate type at high levels in public universities.

References

- Appelbaum, S., Deguire, K., J., & Lay, M. (2005). The relationship of ethical climate to deviant workplace behavior. *Corporate Governance*, 5(4), 43-55.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Brown, M., E., Trevino, L., K., & Harrison, D., A. (2005). Ethical leadership: A learning perspective for construct development and testing. *Organisational Behavior and Human Decision Processes*, 97(2), 117-134.
- Brown, M., E. ve Trevino, L., K. (2006). Ethical leadership: A review and future directions. *Leadership Quarterly*, 17(6), 595-616.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. (8.Baskı), Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö. ve Köklü, N. (2010). *Sosyal bilimler için istatistik*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analyses for the behavioral sciences*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Earlbaum Associates.
- Çevik, S., K. (2011). *Üniversitelerde öğretim elemanlarının yıldırma davranışlarına maruz kalma düzeyi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- DiSorbo, B. (2017). *Job satisfaction, organizational commitment, and ethical climate of higher education administrators in Maryland colleges and universities*. (Unpublished Doctoral Thesis), East Tennessee State University.
- Elmore, R. (2005). Accountable leadership. *The Educational Forum*, 69(2), 134-142.
- Enwereuzor I. K., Onyishi I.E., Oparaocha F.C.A., & Amaeshi K. (2020). Perceived leader integrity as a mediator between ethical leadership and ethical climate in a teaching context. *BMC Psychology*, 8.
- Foy, C., C., N. (2019). *The influence of role models of ethical leadership behaviors*. (Unpublished Doctoral Thesis), Grand Canyon University, Arizona.
- Gini, A. (1998). Work, Identity and self: How we are formed by the work we do. *Journal of Business Ethics*, 17, 707-714.
- Green, S. B., & Salkind, N, J. (2004). *Using SPSS for windows and macintosh: analyzing and understanding data*. Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Guarin, F. (2019). *The relationship between ethical leadership, ethical climate, and salesforce organizational citizenship behavior*. (Unpublished Doctoral Dissertation), Capella University, Minnesota, USA.
- Hair, J., F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., & Black, W. C. (1998). *Multivariate data analysis*, (5th Edition). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Kanungo, R., N. (2009). Ethical values of transactional and transformational leaders. *Canadian Journal of Administrative Sciences/Revue Canadienne Des Sciences De L'Administration*, 18(4), 257-265.
- Karasar, N. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemi (25. Baskı)*. İstanbul: Nobel Yayıncılık.

- Kılıç, S. (2013). *Algılanan etik iklim ile üretkenlik karşısı iş davranışları arasındaki ilişkiler* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde.
- Laratta, R. (2011). Ethical climate and accountability in nonprofit organizations, a comparative study between Japan and the UK. *Public Management Review*, 13(1), 43-63.
- Martin, K., D., & Cullen, J., B. (2006). Continuities and extensions of ethical climate theory: A meta-analytic review. *Journal of Business Ethics*, 69 (2), 175-194.
- Moore, H., L. (2012). *Ethical climate, organisational commitment and job satisfaction of full time faculty members*. (Unpublished Doctoral Dissertation), East Tennessee State University, USA.
- Nei, K., S., Foster, J., L., Ness, A., M., & Nei, D., S. (2018). Rule breakers and attention seekers: Personality predictors of integrity and accountability in leaders. *International Journal of Selection and Assessment*, 18-26.
- Özdamar, K. (2003). *Modern bilimsel araştırma yöntemleri*. Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Öztürk, N. ve Celép, C. (2009). Okul müdürlerinin hesap verebilirliği. *IV. Ulusal Eğitim Yönetimi Kongresi*, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Randall, D. M. (2012). Leadership and the use of power: Shaping an ethical climate. *Journal of Applied Christian Leadership*, 6(1), 28-35.
- Shin, Y., Sung, S., Y, Choi, J., N., & Kim, M., S. (2015). Top management ethical leadership and firm performance mediating role of ethical and procedural justice climate. *Journal of Business Ethics*, 129(1), 43-57.
- Simha, A. & Cullen, J. (2011). Ethical climates and their effects on organizational outcomes: Implications from the past and prophecies for the future, *Academy of Management Perspectives*, 26(4), 20-34.
- Sims, R. (1992). The challenge of ethical behavior in organizations. *Journal of Business Ethics*, 11(7), 505-513.
- Steinbauer, R., Renn, R., W., Taylor, R., R., & Njoroge, P., K. (2014). Ethical leadership and followers' moral judgment: The role of followers' perceived accountability and self-leadership, *Journal of Business Ethics*, (120), 381-192.
- Thompson, L. (2013). *A quantitative comparative study of organizational culture and leadership accountability within public and private organizations*. (Unpublished Doctoral Dissertation), University of Phoenix, USA.
- Victor, B., & Cullen, J. B. (1987). A theory and measure of ethical climate in organizations. *Research in Corporate Social Performance and Policy*, 51-57.
- Victor, B., & Cullen, J.B. (1988). The organizational bases of ethical work climate. *Administrative Science Quarterly*, 33(1),101-125.
- Wood, J., A., & Winston, B., E. (2005). Toward a new understanding of leader accountability: Defining a critical construct. *Journal of Leadership & Organizational Studies*, 11(3), 84-94.
- Wood, J., A., & Winston, B., E. (2007). Development of three scales to measure leader accountability. *Leadership & Organizational Development Journal*, 28(2), 167-185.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





Türkiye’deki Üniversitelerde Lider Hesap Verebilirliği ve Etik İklimin Belirlenmesi

Neriman ÖZTÜRK¹, Banu ERGİN²

Öz

Bu çalışma ile etik liderliğin hesap verebilirlik boyutu ile etik iklim ilişkisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Araştırmada tekil ve ilişkisel tarama yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın evreni Marmara Bölgesi’nde yer alan üniversitelerin mühendislik fakültelerinde görev yapan akademisyenlerden oluşmaktadır. Verilerin toplanmasında “Lider Hesap Verebilirliği ve “Etik İklim” ölçekleri kullanılmıştır. Veriler, Survey Monkey programı aracılığıyla toplanmıştır. Verilerin analiz edilmesinde betimsel istatistikler, korelasyon, regresyon analizinden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre üniversitelerde lider cevap verebilirlik davranışları, sorumluluk davranışları ve açıklık davranışları orta düzeyde algılanmaktadır. En fazla algılanan örgütsel etik iklim tipleri “kanunlar ve kodlar” ve “kurallar”, en az algılanan örgütsel etik iklim tipleri “örgütsel çıkar” ve “arkadaşlık” etik iklim tipleridir. Algılanan etik iklim tipleri üniversitenin devlet-vakıf olma durumuna göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır. Algılanan lider hesap verebilirlik davranışları düzeyi ile algılanan örgütsel etik iklim düzeyi arasında pozitif yönlü orta düzeyde bir ilişki vardır. Algılanan örgütsel etik iklim düzeyini lider hesap verebilirlik davranışlarından sorumluluk davranışı yordamaktadır. Etik iklim tiplerinden “kanunlar kodlar”, “arkadaşlık” ve “bireysel çıkar” etik iklim tipleri lider hesap verebilirlik düzeyini yordamaktadır.

Anahtar Kelimeler

Lider hesap verebilirliği
Etik iklim
Liderlik
Etik
Yükseköğretimde etik

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 16.05.2022
Kabul Tarihi: 05.06.2023
E-Yayın Tarihi: 31.08.2023

¹ Dr., Industrial Application Software Business Academy, Türkiye, ozturk.neriman@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-2485-6597>

² Dr., Türkiye, bkerin8@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-4023-5923>

Giriş

Yönetim biliminde etik konusunun öneminin fark edilmesiyle birlikte, çalışanların etik veya etik dışı davranışlarına neden olan bireysel ve örgütsel etkenlerin incelenmesi önem kazanmıştır. Etik iklim teorisine göre (Victor ve Cullen, 1987, 1988), algılanan örgütsel etik iklim, örgütte hangi davranışın doğru olduğuna dair inançları yansıtır ve çalışanların etik karar vermeleri ve etik davranışlar ortaya koymalarını etkiler (Sims, 1992). Çalışanlar hem formal hem de informal sosyalizasyon yoluyla nasıl davranacaklarını, hangi değerlerin önemli olduğunu ve ödüllendirildiğini öğrenirler (Victor ve Cullen, 1987). Olumlu etik iklim algısı çalışanların örgütsel bağlılık, iş memnuniyeti ve psikolojik iyi oluşlarını anlamlı şekilde olumlu etkilerken, işlevsiz davranışların oluşmasını engellemektedir (Martin ve Cullen, 2006). Etik iklim teorisi (Victor ve Cullen, 1988), altı temel örgütsel etik iklim tipi ortaya koymaktadır. Bunlar bireysel çıkar, örgütsel çıkar, önemseme, bağımsızlık, kurallar ve kanunlar/kodlar iklimleridir. Bu iklim tiplerinden bireysel çıkar etik iklim tipinin en fazla etik dışı davranışa neden olan iklim tipi olduğu görülmüştür (Wimbush ve Shepard, 1994). Bireysel çıkar örgüt ikliminde çalışanların, kararların öncelikli olarak kişisel çıkarlar doğrultusunda alındığına dair algıyı ifade etmektedir (Victor ve Cullen, 1988). Etik iklimin oluşumunda hangi faktörlerin etkili olduğu 1950’li yıllardan itibaren incelenen bir konu olmuştur. Etik iklimin oluşumunda rol oynayan belli başlı faktörler, örgütsel yapı, örgütün dış bağlamı ve stratejik ve yönetsel yönelimler olarak sınıflandırılmıştır (Martin ve Cullen, 2006). Mayer vd. (2009) ’e göre etik, üst yönetim düzeyinde başlar ve çalışan davranışlarını etkilemek için daha düşük yönetim düzeylerine iner. Yönetimde etik liderlik söz konusu olduğunda örgütte istenmeyen davranışların azaldığı görülmüştür (Gill vd., 2015, Kuenzi vd., 2009, Mayer vd., 2010, akt. Guarin, 2019). Etik liderlik teorisi, liderlerin etik davranışlarının çalışanların etik karar ve eylemlerini etkilediğini ortaya koymaktadır (Brown ve Trevino, 2006). Etik liderlik, etkisini, sosyal öğrenme yoluyla (Bandura 1977, 1986, akt. Steinbauer, 2014) kullanır. Etik liderler, uygun davranışları sergileyerek, ileterek ve pekiştirerek bir organizasyondaki etik tonu belirlerler. Takipçilerine adil davranırlar, örnek teşkil ederler, moral değerleri kuvvetli bir şekilde yönetirler ve idealleştirilmiş etki uygulamalarını sağlayan içselleştirilmiş bir ahlaki perspektife sahiptirler (Brown vd., 2005, Walumbwa vd., 2008; akt. Steinbauer, 2014). Etik liderler, gücünü diğerlerinin ve örgütün yararına kullanan (Gini, 1998; Kanungo, 2009; Randall, 2012), kişiler arası ilişkilerde uygun tutum ve davranış sergileyen (Brown vd., 2005), dürüst ve hesap veren liderlerdir (Nei vd., 2018). Hesap verebilirlik boyutlarından biri olan lider hesap verebilirliği, önemli bir etik davranış olarak karşımıza çıkmaktadır (Foy, 2019, Nei vd., 2018). Lider hesap verebilirliği teorisini ortaya koyan Wood ve Winston (2007), üç temel lider hesap verebilirlik boyutu tanımlamışlardır. Bunlar, sorumlulukların kabulü konusunda rıza gösterme, açıklık ve cevap verebilirliktir. Günümüzde hesap verebilirlik yoluyla liderlerin etik davranışlar sergilemeleri desteklenmeye çalışılmakta ve lider hesap verebilirliği, iş etiğini geliştirmenin temel yollarından biri olarak kabul edilmektedir (Petrick ve Quinn, 2001). Liderin hesap verebilirliğinin ampirik olarak ölçülmesi önem kazanmakla birlikte bu alanda çok az çalışma olduğu, lider hesap verebilirliği ile etik iklim ilişkisine dair ise literatürde boşluk olduğu görülmektedir. Üniversite eğitimi küresel düzeyde öğrenci sayılarının artması, hizmet sağlayıcıların çeşitlenmesi, eğitim öğretimde teknolojinin kullanılması gibi unsurlar bakımından genişlemektedir. Bu genişleme ile elit bir yapıdan kitlesel bir yapıya evrilen yükseköğretim için bazı riskler doğmaktadır. Bunlar, standartlarda düşüş, yaşlanan akademik işgücü, planlama eksikliği ve yetersiz kaynaklar olarak sıralanabilir. Bu alanda az araştırılan konuların başında etik ve moral değerler gelmektedir. Yükseköğretim kurumlarının kitleselleşmesi ile kurumların etik ve moral değerlerinin sorgulanmasını gerektiren uygulamalara sıklıkla rastlanmaya başlanmıştır. Bunlar, etik olmayan uygulamalar, üniversitelerin özerk akademik kurumlardan işletme odaklı kurumlara dönüşmeleri, öğrenci değerlendirmelerinde standartların yumuşatılması, şüpheli eğitim sağlayıcıları, uluslararası eğitim alanında ve bazı durumlarda öğrenci alımlarında yapılan hileler olarak sıralanabilir (Prisacariu ve Shash, 2016). Dünya üniversite sıralamalarında Türk üniversitelerinin üst sıralarda yer alamaması (cwur.org/2018-19.php), makale ve atıf sayısının düşük olması, intihal oranlarının yüksek olması (Toprak, 2016, Yalçıntaş ve Selçuk, 2016, Yalçıntaş, 2017) üniversitelerin akademik ve yönetsel özerklik sorunları (Biçer, 2006, Çelik ve Gür, 2014; Öztürk, 2004) mobbing (Çivilidağ, 2011, Çögenli, 2013, Konaklı, 2011, Tanrıverdi, 2016) gibi konular son yıllarda Türkiye’de üniversitelerin başlıca sorunları olarak karşımıza çıkmaktadır. Yüksek nitelikli ve yaratıcı insan gücünü yetiştirmesi beklenen üniversitelerde akademik ve kurumsal işleyiş anlamında yenilikçi, değişimleri takip eden ve hızlı bir şekilde kendini bu değişimlere uyarlayan, dünya

üniversiteleri ile rekabet edebilen bir yapıya sahip olması çok önemlidir (Erdoğan, 2014, Tekeli, 2012; Yamamoto, 2018).

Üniversitelerde lider hesap verebilirlik davranışları ile etik iklim ilişkilerinin incelenmesi bu çalışmanın problemi oluşturmaktadır. Çalışmanın alt problemleri şunlardır:

1. Üniversitelerde lider hesap verebilirlik davranışları ne düzeyde algılanmaktadır? Kurumun devlet/vakıf olma durumuna göre anlamlı bir fark var mıdır? Kurumun devlet/vakıf olma durumu lider hesap verebilirlik davranışları düzeyini yordamakta mıdır?
2. Üniversitelerde etik iklim tipleri ne düzeyde algılanmaktadır? Kurumun devlet/vakıf olma durumuna göre anlamlı bir fark var mıdır? Kurumun devlet/vakıf olma durumu etik iklim düzeyini yordamakta mıdır?
3. Algılanan lider hesap verebilirliği ile etik iklim arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

Yöntem

Araştırmanın Modeli

Araştırmanın amacı, üniversitelerde görev yapan akademisyenlerin görüşlerine dayalı olarak lider hesap verebilirlik davranışları-etik iklim ilişkilerini incelemek olduğundan araştırmada ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır. Üniversite çalışanlarının algıladıkları lider hesap verebilirlik düzeyi ve etik iklim düzeyi ile aralarındaki ilişkiler incelenmiştir.

Araştırma Grubu

Araştırmanın evreni, Marmara Bölgesi'nde bulunan devlet ve vakıf üniversitelerinin mühendislik fakültelerinde görev yapan öğretim üyeleri, öğretim görevlileri ve araştırma görevlileridir. 2017-2018 eğitim öğretim yılı YÖK istatistiklerine göre Marmara Bölgesi içerisinde, mühendislik fakültelerine sahip toplam 56 üniversitenin mühendislik fakültelerinde toplam 3691 akademisyen görev yapmaktadır. Bunlardan 2431'i devlet üniversitelerinde 1260'ı da vakıf üniversitelerinde görev yapmaktadır.

Örneklem büyüklüğünü belirlemek için ana kütle büyüklüğü belli olan evren için aşağıdaki minimum örneklem hesaplama formülü (Özdamar, 2003) kullanılmış ve örneklem büyüklüğü %95 güven aralığında e=5 hata payı ile 348 olarak bulunmuştur.

$$n = \frac{Nt^2pq}{d^2(N-1) + t^2pq}$$

“n” : örnekleme alınacak akademisyen sayısı

“q”: incelenen olayın gerçekleşme olasılığı (0.5)

“F”: belirli bir anlamlılık düzeyinde, t tablosuna göre bulunan teorik değer

“t” =1,96 (t tablosundan bulunmuştur: $\alpha=0.05$ için 1.96)

“d”: olayın görüş sıklığına göre kabul edilen örnekleme hatası (.05)

$$x = \frac{3691.(1,96).(1,96).0,5.0,5}{0,05.0,05(3691-1)+1,96.1,96.0,5.0,5} = 348$$

Katılımcıların %35.2'si kadın, %64.5'i erkektir. Devlet üniversitelerinde görev yapanların sayısı 319, vakıf üniversitelerinde görev yapanların sayısı 93'tür. Katılımcıların %15.8'i 20-30 yaş aralığında; %37.5'i 31-40, %22.9'u 41-50, %14.6'sı 51-60 ve %5.8'i 61-70 yaş aralığında yer almaktadır. %70.8'i doktora mezunu, %21.9'u doktora öğrencisidir. Araştırmaya katılanların %20.04'ü profesör, %15.8'i doçent, %24.1'i doktor öğretim üyesi, %21.9'u araştırma görevlisi ve %12.9'u okutmandır. Yöneticilik görevine sahip olan katılımcı oranı %24.8'dir.

Katılımcıların lider hesap verebilirlik davranışları bakımından değerlendirmeyi seçtikleri yöneticiye dair dağılım Tablo 1'de yer almaktadır. Tablo 1'de de görüldüğü gibi katılımcıların en fazla değerlendirmeyi seçtikleri yöneticinin %37.6 ile bölüm başkanı ve %25.2 ile dekan olduğu görülmektedir. En az değerlendirilen yöneticilere bakıldığında %4.10 ile koordinatör, %4.34 ile enstitü müdürü, %3.88 ile rektör olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Katılımcıların değerlendirdikleri yöneticiye ilişkin frekans ve yüzde değerleri

Değerlendirilen yönetici	Frekans	%
Rektör	66	16.1
Bölüm Başkanı	155	37.7
Dekan	104	25.3
Dekan Yardımcısı	3	0.7
Rektör Yardımcısı	9	2.2
Koordinatör	9	2.2
Enstitü Müdürü	11	2.7
Diğer	29	7.1
Boş	26	6.0
Toplam	412	100

“Diğer” seçeneğine katılımcıların verdikleri yanıtlar şu şekildedir: “Mütevelli ve üst yönetim” (%6.8); “Genel, tüm yöneticiler” (%37.9); “İdari birimler” (%3,4); “Anabilim dalı başkanı” (%10.34); “Öğretim üyesi” (%13.79); “Yürütücü” (%3.4); “Rektörlük” (%3.4); “Rektör, dekan, bölüm başkanı” (N=2); “Supervisor” (%3.4); “Dekan, Bölüm başkanı, Anabilim dalı başkanı”, (%3.4); “Dr. Öğr. Gör” (%3.4); “Tez danışmanı” (%3.4). Katılımcıların en fazla “Bölüm Başkanı” (%37.7) pozisyonundaki yöneticiyi değerlendirmeyi seçtikleri görülmektedir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama araçları olarak “Lider Hesap Verebilirliği” ve “Etik İklim” ölçekleri kullanılmıştır.

Bu araştırmada, lider hesap verebilirliğin ölçülmesinde, Wood ve Winston’ın (2005) geliştirmiş oldukları “açıklık”, “cevap verebilirlik” ve “sorumluluk” alt ölçekleri kullanılmıştır. Ölçeğin Türkçeye uyarlanarak geçerlik ve güvenilirlik çalışması Öztürk ve Celep tarafından (2009) yapılmıştır. Geçerlik güvenilirlik çalışması İstanbul’da ilköğretim okullarında yapan 143 öğretmenden oluşan örneklem ile gerçekleştirilmiştir. Cevap verebilirlik boyutu için Cronbach’s alpha değeri .90; açıklık boyutu için Cronbach’s alpha değeri .90 ve sorumluluk boyutu için Cronbach’s alpha değeri .93 bulunmuştur. Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı 0.00-1.00 arasında değer almaktadır (Büyüköztürk, 2007).

15 maddeden oluşan “Sorumluluk” alt ölçeği için yapılan açımlayıcı faktör analizi sonucunda ölçeğin 1. ve 8. maddelerinin faktör yüklerinin .30’un altında değer aldığı görülmüş ve bu iki madde çıkarılmıştır. Bu maddelerin çıkarılması ile tüm maddelerin tek bir faktör altında toplandığı ve faktör yüklerinin .30’un üzerinde olduğu görülmüştür. Açıklanan toplam varyans %71.19’dur.

20 maddeden oluşan “Açıklık” alt ölçeği için yapılan açımlayıcı faktör analizi sonucunda 19. maddenin 1. faktör altında .51, 2.faktör altında .31 faktör yüklerine sahip olduğu görülmüştür. Maddelerin iki yük değeri arasındaki farkın en az .10 olması gerekir. 14. maddenin çıkarılması ile ölçeğin tüm maddelerin tek bir faktör altında toplandığı ve faktör yüklerinin .30’un üzerinde olduğu görülmüştür.

15 maddeden oluşan “Cevap Verebilirlik” alt ölçeği için açımlayıcı faktör analizi yapılmış ve tüm maddelerin faktör yükü değerlerinin .30’un üzerinde olduğu ve maddelerin tek faktör altında toplandığı görülmüştür.

“Lider hesap verebilirliği” ölçeğinden elde edilen puanların güvenilirlik katsayısını belirlemek amacıyla Cronbach Alfa güvenilirlik analizi yapılmıştır. Ölçeğin alt boyutlarına ilişkin Cronbach Alfa güvenilirlik katsayıları Sorumluluk alt boyutu için .96; cevap verebilirlik alt boyutu için .97 ve açıklık alt boyutu için .98 olarak bulunmuştur. Lider Hesap Verebilirliği ölçeği ile alt boyutlarının güvenilirlik katsayısının yüksek olduğu, ölçeğin araştırma grubu için güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır Büyüköztürk (2007).

Araştırmada etik iklim algılarının düzeyini ölçmek için “Etik İklim Ölçeği” kullanılmıştır. Victor ve Cullen (1987, 1988) tarafından geliştirilen etik iklim ölçeği teorik olarak dokuz boyuttan oluşmaktadır. “Etik iklim ölçeği”, 1987 yılından bu yana pek çok çalışmada kullanılmıştır. Ampirik olarak en çok veri sağlayan beş iklim türü ortaya konmuştur (Özen ve Dukan,2016; Viacey ve Barnett 1996; Elçi ve Alpkın, 2006; Kılıç,2013). Kişisel çıkar ve örgütsel çıkar iklimleri “araçsal iklim” olarak; arkadaşlık ve takım yararı iklimleri “özen gösterme iklimi” olarak sınıflandırılmış, sosyal sorumluluk ve verimlilik boyutları ise sınıflamada yer almamıştır (Martin ve Cullen, 2006). Bu çalışmada Kılıç

(2013)'in çalışmasında kullandığı etik iklim ölçeği kullanılmıştır. Ölçeğin yapı geçerliliği analizi için açımlayıcı faktör analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda "Bireysel Çıkar" iklim boyutunda yer alan "Bu kurumda, bireysel kazanımlarını (çıkarlarını) artıran çalışanlar, diğer çalışanlarca başarılı sayılırlar"; maddesi; "Örgütsel Çıkar" boyutunda yer alan "Bu kurumda bireysel kazanımlarını artıran çalışanlar, diğer çalışanlarca başarılı sayılırlar" ve "Bu kurumda kurumun çıkarlarına zarar vermeye başlayan bir iş ya da uygulama çalışanlar tarafından hoş karşılanmaz"; "Sosyal Sorumluluk" boyutunda yer alan "Bu kurumda çalışanlardan daima vatandaşın ve toplumun lehine olacak işler yapmaları beklenir" maddesi; "Profesyonellik" boyutunda yer alan "Bu kurumda çalışanların yasal ve mesleki standartlara uyma düzeyleri en önemli performans ölçütü olarak kabul edilir" maddelerinin faktör yüklerinin .30'un altında olduğu görülmüştür. Maddelerin çıkarılması ile tüm maddelerin faktör yüklerinin .30'un üzerinde olduğu ve 6 faktör altında toplandığı ve bu altı faktörün toplam varyansın %61.50'sini açıkladığı görülmüştür.

Verilerin Analizi

Verilerin analizinde SPSS programı kullanılmıştır. Veriler analiz edilirken betimsel istatistiksel yöntemler (Sayı, Yüzde, Ortalama, Standart Sapma) ve ilişkisel analizler (regresyon analizi, korelasyon analizi) kullanılmıştır. Normal dağılım testleri uygulandıktan sonra üniversite çalışanlarının lider hesap verebilirliği ve etik iklim algıları düzeylerinin görev yaptıkları kurumun devlet/vakıf olma durumu açısından incelenmesi için t- testi yapılmıştır. T-testte grup ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olması durumunda farkın anlamlılığın ne düzeyde etkili olduğunu ortaya koymak üzere etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Etki büyüklüğünün hesaplanmasında Cohen (1988) tarafından geliştirilen hesaplama kullanılmıştır. Cohen etki değerinin (d) gücü ile ilgili şu aralıkları ortaya koymuştur:

d<0.2 olması durumunda etki değeri zayıf

d>0.5 olması durumunda etki değeri orta

d>0.8 olması durumunda etki değeri yüksek

Lider hesap verebilirliği-etik iklim arasındaki ilişkilerin incelenmesi için korelasyon analizi yapılmıştır. Ölçeklerin boyutları arasındaki ilişkileri incelemek için Pearson Momentler Çarpımına, faktörlerin alt boyutları arasındaki ilişkilere yönelik regresyon analizi sonuçlarına yer verilmiştir.

Algılanan lider hesap verebilirlik davranışları ile algılanan örgütsel etik iklim tipleri arasında ilişkilerin belirlenmesine yönelik Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizi iki sayısal ölçüm arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığını varsa bu ilişkinin yönünün ve şiddetinin ne olduğunu ortaya koymaktadır. Verilerin normal dağılıma sahip olması durumunda Pearson korelasyon katsayısı, verilerin normal dağılmadığı durumda ise Spearman Rank korelasyon katsayısı tercih edilir (Büyüköztürk, 2007).

Bir korelasyon katsayısının yorumlanabilmesi için p değerinin 0,05'den daha küçük olması gerekir. Korelasyon katsayısı negatif ise iki değişken arasında ters ilişki vardır, yani "değişkenlerden biri artarken diğeri azalmaktadır" denir. Korelasyon katsayısı pozitif ise "değişkenlerden biri artarken diğeri de artmaktadır" yorumu yapılır. Korelasyon katsayısı değerleri yorumlanırken 0,10 korelasyon katsayısı küçük, 0,3 korelasyon katsayısı orta ve 0,5 korelasyon katsayısı büyük olarak kabul edilmektedir (Büyüköztürk vd., 2010). Korelasyon analizinde Tip1 hatayı minimize etmek için Bonferroni metodu kullanılarak (Green ve Salkind, 2004), anlamlılık düzeyi (0.05) hesaplanan korelasyon sayısına (11) bölünerek elde edilen 0,004 değeri esas alınmıştır.

Regresyon analizi, aralarında ilişki olan iki veya daha fazla değişkenden birinin bağımlı değişken, diğerlerinin bağımsız değişkenler olarak ayrımı ile aralarındaki ilişkinin bir matematiksel eşitlik ile açıklanması sürecini anlatır. Regresyon analizinde;

- ✓ Bağımlı değişken bir, bağımsız değişken bir ise, yöntem Basit Regresyon Analizi,
- ✓ Bağımlı değişken bir, bağımsız değişken iki veya daha fazla ise Çoklu Regresyon Analizi,
- ✓ Bağımlı değişken iki ya da daha fazla ise Çok Değişkenli Regresyon Analizi denir (Büyüköztürk, 2007).

Etki büyüklüğü, genel olarak, yokluk hipotezleri ile alternatif hipotezler arasındaki farkın büyüklüğü olarak tanımlanmaktadır. Bu da, araştırma sonuçlarının pratikteki anlamlılığının bir

göstergesi niteliğindedir. Etki değeri Cohen'in f^2 istatistiği kullanılarak hesaplanmıştır. f^2 değeri şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$f^2 = \frac{R^2}{1 - R^2}$$

Cohen'in (1988) etki büyüklüğü sınıflamasına göre ;

- $0.02 \leq f^2 < 0.15$ küçük etki
- $0.15 \leq f^2 < 0.35$ orta etki
- $0.35 \leq f^2 \rightarrow$ büyük etki

Bulgular

Lider Hesap Verebilirlik Düzeyi

Lider hesap verebilirliği boyutları olan “cevap verebilirlik”, “sorumluluk” ve “açıklık” için betimsel istatistik analizleri ile t-testi sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 2. Lider hesap verebilirliği düzeyine ilişkin betimsel istatistikler

Ölçek	Boyutlar	Üniversite türü	N	\bar{X}	Ss
Lider hesap Verebilirliği	Açıklık	Devlet	319	3.21	1.14
		Vakıf	93	3.68	1.09
		Toplam	412		
	Cevap verebilirlik	Devlet	319	3.15	1.10
		Vakıf	93	3.64	1.05
		Toplam	412		
	Sorumluluk	Devlet	319	3.08	1.11
		Vakıf	93	3.62	1.03
		Toplam	412		

Tablo 2’de görüldüğü gibi vakıf üniversitelerinde lider hesap verebilirlik davranışları “Sorumluluk”, “Cevap Verebilirlik” ve “Açıklık” boyutları için yüksek düzeyde (\bar{X} = 3.40- 4.19) , devlet üniversitelerinde ise orta düzeyde (\bar{X} = 2.60- 3.39) algılanmaktadır. Üniversitenin devlet/vakıf olma durumuna göre her üç alt boyut için algılanan lider hesap verebilirlik davranışları düzeyi ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını ortaya koymak üzere t-test yapılmıştır (Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5)

Tablo 3. Üniversitenin devlet/vakıf olma durumuna göre algılanan lider açıklık davranışlarına ilişkin t-testi sonuçları

Ölçek	Boyut	N	\bar{X}	Ss	df	t	p	d
Açıklık	Devlet	319	3.21	1.14	155	-3.62	.00	0.60
	Vakıf	93	3.68	1.09				

Lider açıklık davranışları düzeyi ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını ortaya koymak üzere yapılan t-testi sonuçlarına göre fark anlamlı bulunmuştur ($p < .05$). Etki değeri hesaplandığında 0.60 değeri elde edilmiştir. Bu değer iki grup arasındaki farkın etki büyüklüğünün orta düzeyde olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 4. Üniversitenin devlet/vakıf olma durumuna göre algılanan lider cevap verebilirlik davranışlarına ilişkin t-testi sonuçları

Boyut	Üniversite türü	N	\bar{X}	Ss	df	t	p	d
Cevap verebilirlik	Devlet	319	3.15	1.10	156	-3.89	.00	0.65
	Vakıf	93	3.64	1.05				

Tablo 4’te görüldüğü gibi katılımcıların görev yaptıkları üniversitenin devlet /vakıf olma durumuna göre liderin cevap verebilirlik davranışları algılama düzeyleri anlamlı bir şekilde farklılaşmaktadır ($p < .05$). Etki büyüklüğü hesaplandığında 0.65 değeri elde edilmiştir. İki ortalama arasındaki farkın etki değerinin orta düzeyde olduğu görülmektedir.

Tablo 5. Üniversitenin devlet/vakıf olma durumuna göre algılanan lider sorumluluk davranışlarına ilişkin t-testi sonuçları

Boyut	Üniversite türü	N	\bar{X}	Ss	df	t	P	d
Sorumluluk	Devlet	319	3.08	1.11	159	-4.35	.00	.72
	Vakıf	93	3.62	1.03				

*p<.05

Tablo 5'te görüldüğü gibi katılımcıların görev yaptıkları üniversitenin devlet /vakıf olma durumuna göre liderin sorumluluk davranışları algılama düzeyleri anlamlı bir şekilde farklılaşmaktadır ($p<.05$). Etki büyüklüğü hesaplandığında $d=0.72$ değeri elde edilmiştir. Buna göre devlet ve vakıf üniversitelerinde görev yapan akademisyenlerin “Sorumluluk” davranışları ortalamaları arasındaki farkın etki büyüklüğünün yüksek olduğu görülmektedir.

Üniversite türünün (devlet/vakıf) lider hesap verebilirlik düzeyinin anlamlı bir yordayıcısı olup olmadığını ortaya koymaya yönelik regresyon analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6. Üniversitenin devlet/vakıf olma durumunun lider hesap verebilirliği düzeyini yordamasına ilişkin regresyon analizi sonuçları

Değişken	B	SH	β	t	p	R	R ²	ΔR^2	F	f^2
Sabit	2.68	0.16	3.94	16.74	.00	.19	.03	.03	15.57	
Üniversite türü	.48	0.12	.19							.03

*p<0.05

Tablo 6’da üniversitenin devlet/vakıf olma durumunun algılanan lider hesap verebilirliği düzeyinin anlamlı bir yordayıcısı olduğu görülmektedir ($R^2=0.03$; $F=15.57$; $p<0.05$). Lider hesap verebilirliği düzeyine ilişkin toplam varyansın %0.03’ünün üniversitenin türü ile açıklandığı söylenebilir. Etki değeri Cohen’in f^2 istatistiği kullanılarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplama sonucu f^2 değeri 0,03 bulunmuştur. Buna göre etki değerinin küçük olduğu, üniversite türünün lider hesap verebilirliği düzeyini yordama etkisinin düşük düzeyde olduğu görülmektedir.

Algılanan Etik İklim Tipleri Düzeyleri

“Üniversitelerin mühendislik fakültelerinde algılanan etik iklim tipleri nelerdir?” sorusuna yanıt aramak için yapılan analizlerde algılanan etik iklim tiplerinin sırasıyla; “Bireysel Çıkar” ikliminin orta düzeyde ($\bar{X}=3.35$), “Örgütsel çıkar” ikliminin orta düzeyde ($\bar{X}=2.95$), “Arkadaşlık” ikliminin orta düzeyde ($\bar{X}=2.94$) “Bağımsızlık” ikliminin orta düzeyde ($\bar{X}=3.08$), “Kurallar” ikliminin yüksek düzeyde ($\bar{X}=3.40$) “Kanunlar ve Kodlar” ikliminin yüksek düzeyde ($\bar{X}=3.59$) algılandığı görülmüştür.

Tablo 7. Üniversitelerde algılanan etki iklim tiplerine ilişkin betimsel istatistikler

Ölçek	Boyut	Üniversite türü	N	\bar{X}	Ss
Etik İklim	Bireysel çıkar	Devlet	319	3.44	1.12
		Vakıf	93	3.07	1.08
		Toplam	412	3.35	
	Örgütsel çıkar	Devlet	319	2.89	.74
		Vakıf	93	3.16	.81
		Toplam	412	2.95	
	Arkadaşlık	Devlet	319	2.86	.84
		Vakıf	93	3.21	.87
		Toplam	412	2.94	
	Bağımsızlık	Devlet	319	3.10	.89
		Vakıf	93	3.00	.88
		Toplam	412	3.08	
	Kurallar	Devlet	319	3.28	.97
		Vakıf	93	3.80	.93
		Toplam	412	3.40	
	Kanunlar kodlar	Devlet	319	3.51	.91
		Vakıf	93	3.85	.93
		Toplam	412	3.59	

Devlet ve vakıf üniversitelerinde algılanan etik iklim tiplerine ilişkin farkın anlamlı olup olmadığını ortaya koymaya yönelik t-testi yapılmıştır (Tablo 8). Buna göre “Bireysel Çıkar”, “Arkadaşlık”, “Örgütsel Çıkar”, “Kurallar” ve “Kanunlar Kodlar” ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p < 0.05$), “Bağımsızlık” etik iklim tipi için anlamlı olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$).

Tablo 8. Üniversitenin devlet/vakıf olma durumuna göre algılanan etik iklim tiplerine ilişkin t-test sonuçları

Boyut	Üniversite türü	N	\bar{X}	Ss	df	t	p	d
Bireysel çıkar	Devlet	319	3.44	1.12	153	2.86	.00	.48
	Vakıf	93	3.07	1.08				
Örgütsel çıkar	Devlet	319	2.89	.74	142	-3.21	.00	0.67
	Vakıf	93	3.16	.81				
Arkadaşlık	Devlet	319	2.86	.84	145	-3.45	.00	0.58
	Vakıf	93	3.21	.87				
Bağımsızlık	Devlet	319	3.10	.89	149	.96	.33	
	Vakıf	93	3.00	.88				
Kurallar	Devlet	319	3.28	.97	153	-4.69	.00	0.77
	Vakıf	93	3.80	.93				
Kanunlar kodlar	Devlet	319	3.51	.91	146	-3.10	.00	0.60
	Vakıf	93	3.85	.93				

* $p < 0.05$

“Bireysel çıkar”, “Örgütsel Çıkar”, “Arkadaşlık” ve “Kanunlar Kodlar” etik iklim tipleri için gruplar arasındaki farka ilişkin etki değerinin orta düzeyde, “Kurallar” etik iklim tipi için gruplar arasındaki farka ilişkin etki değerinin yüksek ($d = .77$) olduğu görülmektedir.

Üniversitenin devlet/vakıf olma durumunun algılanan etik iklim düzeyine olan etkisini ortaya koymak üzere basit doğrusal regresyon analizi yapılmıştır.

Tablo 9. Üniversitenin devlet/vakıf olma durumunun etik iklim düzeyini yordamasına ilişkin regresyon analizi sonuçları

Değişken	B	SH	β	t	p	R	R ²	ΔR^2	F	f^2
Sabit	2.91	0.69	42.33	.00	.00	.16	.02	0.02	12.02	
Üniversite türü	.18	.05	3.46							.02

* $p < 0.05$

Tablo 9’da üniversitenin devlet/vakıf olma durumunun algılanan etik iklim düzeyinin anlamlı bir yordayıcısı olduğu görülmektedir ($R^2=0.02$; $F=12.02$; $p<0.05$). Etik iklim düzeyine ilişkin toplam varyansın %0.02’sinin üniversitenin türü ile açıklandığı söylenebilir. Etki değeri Cohen’in f^2 istatistiği değeri 0.02 bulunmuştur. Buna göre etki değerinin küçük olduğu, üniversite türünün etik iklim düzeyini yordama etkisinin düşük düzeyde olduğu görülmektedir.

Lider Hesap Verebilirliği- Etik İklim İlişkisi

Algılanan lider hesap verebilirlik davranışları ile algılanan örgütsel etik iklim tipleri arasında ilişkilerin belirlenmesine yönelik Pearson korelasyon analizi yapılmıştır.

Tablo 10. Etik İklim tipleri ile lider hesap verebilirlik davranışları arasındaki korelasyon analizi sonuçları

		Lider hesap verebilirliği	Sorumluluk	Açıklık	Cevap verebilirlik
Kanunlar kodlar	<i>r</i>	.58	.59	.55	.55
	<i>p</i>	.00	.00	.00	.00
	<i>N</i>	412	412	412	412
Arkadaşlık	<i>r</i>	.54	.56	.51	.52
	<i>p</i>	.00	.00	.00	.00
	<i>N</i>	412	412	412	412
Bağımsızlık	<i>r</i>	-.05	-.05	-.06	-.06
	<i>p</i>	.08	.09	.06	1.22
	<i>N</i>	412	412	412	412
Örgütsel çıkar	<i>r</i>	.42	.45	.38	.40
	<i>p</i>	.00	.00	.00	.00
	<i>N</i>	412	412	412	412
Bireysel çıkar	<i>r</i>	-.46	-.46	-.45	-.43
	<i>p</i>	.00	.00	.00	.00
	<i>N</i>	412	412	412	412
Kurallar	<i>r</i>	.56	.56	.53	.54
	<i>p</i>	.00	.00	.00	.00
	<i>N</i>	412	412	412	412
Etik iklim	<i>r</i>	.48	.50	.44	.47
	<i>p</i>	.00	.00	.00	.00
	<i>N</i>	412	412	412	412

* $p < 0.05$

Tablo 10’da araştırmada yer alan değişkenler arasındaki korelasyon sonuçları yer almaktadır. Buna göre algılanan lider hesap verebilirlik davranışları düzeyi ile algılanan örgütsel etik iklim düzeyi arasında anlamlı, pozitif orta düzeyde bir ilişki olduğu ($r=.48$; $p .00$) görülmüştür.

Algılanan etik iklim düzeyi ile algılanan etik iklim tipleri arasındaki korelasyona bakıldığında en yüksek korelasyonunun *kurallar iklimi* ile algılanan örgütsel etik iklim düzeyi arasında olduğu ($r=.78$), onu *kanunlar kodlar* ikliminin izlediği ($r=.76$), *örgütsel çıkar* ile etik iklim düzeyi arasında pozitif yönlü güçlü bir ilişkinin olduğu ($r=.70$), *arkadaşlık* ile etik iklim düzeyi arasında pozitif yönlü güçlü bir ilişkinin olduğu ($r=.67$), *bağımsızlık* ile etik iklim düzeyi arasında pozitif yönlü orta düzeyde bir korelasyon olduğu ($r=.34$), *bireysel çıkar iklim tipi* ile algılanan etik iklim düzeyi arasında negatif yönlü düşük bir ilişkinin olduğu ($r=-.16$) olduğu görülmüştür.

Genel olarak algılanan lider hesap verebilirlik düzeyinin artmasında sırasıyla “açıklık ($r=.98$)”, “cevap verebilirlik ($r=.97$)” ve “sorumluluk ($r=.96$)” davranışlarının rolü olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 11. Etik iklim tiplerinin lider hesap verebilirliği düzeyini yordamasına ilişkin regresyon analizi sonuçları

Değişken	B	SH	β	t	p	R	R ²	ΔR^2	F	f^2
Sabit	1.57	.35	4.44	4.47	.00	.65	.42	.41	.95	.72
Bireysel çıkar	-.16	.05	-.14	-3.07	.00					
Örgütsel çıkar	-.12	.07	-.09	-1.68	.09					
Bağımsızlık	-.03	.04	-.03	-.78	.43					
Arkadaşlık	.37	.09	.28	4.05	.00					
Kurallar	-.05	.07	-.04	-.73	.46					
Kanunlar ve kodlar	.51	.06	.43	7.84	.00					

*p<0.05

Araştırma modelinde yer alan değişkenler arasındaki ilişkiler regresyon analizi ile incelenmiştir. Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin belirlenmesinde kuramsal çerçeve esas alınmıştır. Etik iklim tiplerinin lider hesap verebilirliği düzeyini ne derece yordadığına dair yapılan doğrusal regresyon analizi sonuçları Tablo 11’de sunulmuştur. Buna göre Tablo 11’de etik iklim tiplerinin lider hesap verebilirliği düzeyine ilişkin açıkladığı varyansın anlamlı olduğu görülmektedir (F=49.95, p<0.05). Buna göre “bireysel çıkar”, “örgütsel çıkar”, “bağımsızlık”, “arkadaşlık”, “kurallar”, “kanunlar kodlar” etik iklim tipleri birlikte ele alındığında lider hesap verebilirliği davranışları düzeyine ilişkin toplam varyansın %42.5’ini açıklamaktadır (R²=.42; Düzeltilmiş R²=.41; p<0.05). Etki değeri Cohen’in f^2 istatistiği kullanılarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplama sonucu f^2 değeri 0.72 bulunmuştur. Bu değer yüksek düzeye yakın bir değer olduğu (Cohen, 1988) görülmektedir.

Regresyon modeline ilişkin parametreler incelendiğinde, standardize edilmiş regresyon katsayıları β , etik iklim tiplerinin lider hesap verebilirliği düzeyini açıklama düzeyi üzerindeki önem sırasının; “kanunlar kodlar” (β =.43; t=7.84; p<.05), “arkadaşlık” (β =.28; t=4.05; p<.05), “bireysel çıkar” (β =-.14; t=-3.07; p<.05), “örgütsel çıkar” (β =-0.96; t=-1.68; p>.05), “kurallar” (β =-.046; t=-.73; p>.05), “bağımsızlık” (β =-.03; t=-.78; p>.05). Regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t-testi sonuçlarına bakıldığında “kanunlar kodlar”, “arkadaşlık”, “bireysel çıkar” iklim tiplerinin lider hesap verebilirliği düzeyini yordayan değişkenler olduğu görülmektedir (p<.05).

Regresyon analizi sonuçlarına göre lider hesap verebilirliği düzeyinin açıklanmasına ilişkin regresyon eşitliği aşağıdaki gibidir:

$$\text{Lider Hesap Verebilirliği} = 1,57 - 0,16(\text{Bireysel Çıkar}) - 0,12(\text{Örgütsel Çıkar}) - 0,37(\text{Bağımsızlık}) + 0,37(\text{Arkadaşlık}) - 0,05(\text{Kurallar}) + 0,51(\text{Kanunlar Kodlar})$$

Çoklu doğrusal regresyon analizi sonucunda “kanunlar kodlar” etik iklim tipi ile “arkadaşlık” etik iklim tipinin lider hesap verebilirlik davranışlarını anlamlı ve pozitif yönde etkilediği, “bireysel çıkar” etik iklim tipinin lider hesap verebilirlik davranışlarını anlamlı ve negatif yönde etkilediği, “örgütsel çıkar”, “bağımsızlık” ve “kurallar” iklimlerinin lider hesap verebilirliği davranışları üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür (Şekil 2)

Tablo 12. Lider hesap verebilirlik davranışlarının etik iklim düzeyini yordamasına ilişkin regresyon analizi sonuçları

Değişken	B	SH	β	t	p	R	R ²	ΔR^2	F	f^2
Sabit	2.55	.06		41.50	.00	.652	.25	.24	43.50	
Sorumluluk	.22	.04	.56	4.70	.00					
Açıklık	-.10	.06	-.27	-1.77	.07					.33
Cevap verebilirlik	.08	.05	.20	.13	.06					

*p<0.05

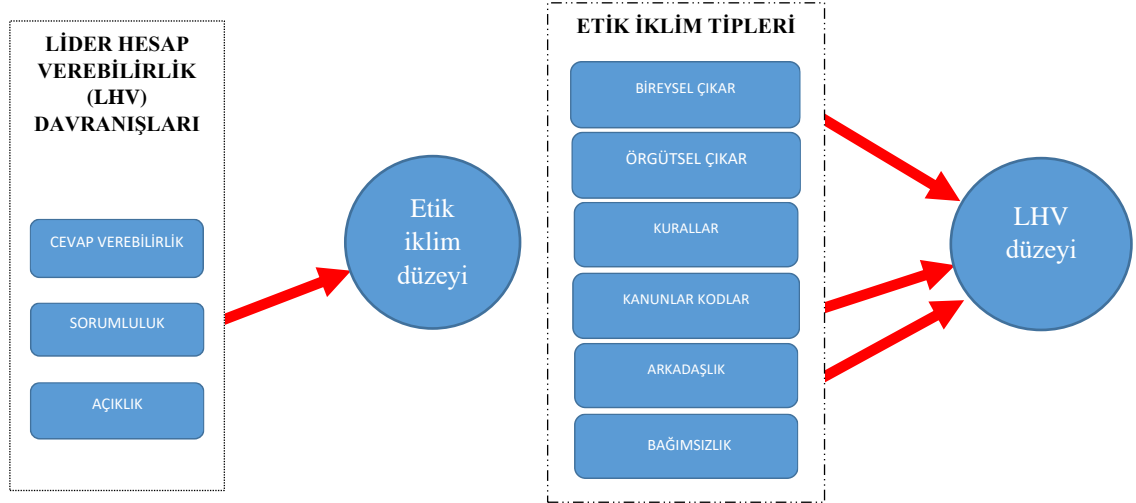
Tablo 12’de lider hesap verebilirlik davranışlarının etik iklim düzeyine ilişkin açıkladığı varyansın anlamlı olduğu görülmektedir (F=43,501, p<0.05). Buna göre “sorumluluk”, “açıklık”, “cevap verebilirlik” davranışları birlikte ele alındığında etik iklim düzeyine ilişkin toplam varyansın %25.4’ünü açıklamaktadır (R²=.25; Düzeltilmiş R²=.24; p<0.05). Regresyon modeline ilişkin parametreler incelendiğinde, standardize edilmiş regresyon katsayıları β , lider hesap verebilirlik davranışlarının etik iklim düzeyini açıklama düzeyi üzerindeki önem sırasının; “sorumluluk” (β =.56; t=4.70; p<.05), “açıklık” (β =-.27; t=-1.77; p>.05), “cevap verebilirlik” (β =-.20; t=-.13; p>.05). Etki

değeri Cohen'in f^2 istatistiği kullanılarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplama sonucu f^2 değeri 0.33 bulunmuştur. Bu değer orta düzeyde bir değer olduğu (Cohen, 1988) görülmektedir. Regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t-testi sonuçlarına bakıldığında “sorumluluk”, boyutunun etik iklim düzeyini yordayan değişken olduğu görülmektedir ($p < .05$).

Regresyon analizi sonuçlarına göre lider hesap verebilirliği düzeyinin açıklanmasına ilişkin regresyon eşitliği aşağıdaki gibidir:

$$\text{Etik İklim} = 2,55 + 0,27(\text{Sorumluluk}) - 0,10(\text{Açıklık}) + 0,83(\text{Cevap Verebilirlik})$$

Çoklu doğrusal regresyon analizi sonucunda etik iklim üzerinde lider sorumluluk davranışlarının pozitif ve anlamlı etkisi olduğu, açıklık ve cevap verebilirlik davranışlarının önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür (Şekil 2)



Şekil 1. Lider hesap verebilirliği-etik iklim ilişkilerine ilişkin bulgular

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Üniversitelerde görev yapan akademisyenlerin görüşlerine dayalı olarak temel amacı üniversitelerde lider hesap verebilirlik davranışları-etik iklim ilişkilerini incelemek olan bu araştırmada, hem algılanan etik iklim hem lider hesap verebilirlik davranışları bakımından devlet ve vakıf üniversiteleri arasında anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür. Elde edilen bulgulara göre her iki üniversite türünde “kanunlar kodlar” iklim tipi yüksek düzeyde algılanmaktadır. “Bireysel çıkar” iklim tipinin devlet üniversitelerinde yüksek düzeyde algılanması dikkat çekicidir. “Bireysel çıkar” iklim tipi, çalışanların kendi çıkarlarını her şeyin üstünde tuttıkları, diğerlerinin zararına bile olsa kendi çıkarlarına göre davrandıkları iklim tipidir. Araştırmalar, “Bireysel Çıkar” iklim tipinin en fazla etik dışı davranışa neden olan iklim tipi olduğunu ortaya koymuştur (Wimbush vd., 1997, akt. Appelbaum, 2005). Devlet üniversitelerinde hem “kanunlar kodlar” ikliminin hem de “bireysel çıkar” iklim tipinin yüksek düzeyde algılanması bir çelişki gibi görülmektedir. Buna göre kararların kanunlar, mesleki kurallar gibi evrensel nitelik taşıyan dışsal referanslara göre verildiği aynı zamanda da karar vermede kişisel çıkarların ön planda olduğuna dair bir algı olduğu görülmektedir. Buna göre, devlet üniversitelerinde, akademisyenlerin, kanunlar, kodlar ve kuralların işletilmesinin belirli kişilere ve gruplara öncelik tanınarak yapıldığı, kişisel ilişkilerin ön planda olduğu yönünde bir algıya sahip oldukları söylenebilir.

Devlet ve vakıf üniversitelerinde algılanan etik iklim tipleri ortalamaları arasındaki farkın “Bağımsızlık” iklim tipi için anlamlı olmadığı, diğer iklim tipleri için anlamlı olduğu görülmüştür. Farkın etki büyüklüğü hesaplandığında “Kurallar” iklim tipi için farkın etki büyüklüğünün yüksek, diğer ortalamalar için ise orta düzeyde olduğu görülmüştür. Yapılan regresyon analizi sonucu üniversitenin devlet/vakıf olma durumunun algılanan etik iklim tipinin anlamlı bir yordayıcısı olduğu ancak etki değerinin (f^2) düşük olduğu sonucu elde edilmiştir. Literatürde örgütün *kâr* amacı gütmemesi /gütmemesinin etik iklimi etkileyen bir faktör olarak yer aldığı görülmektedir (Simha ve Cullen, 2011; Laratta, 2011; Moore, 2012; Law, 2016) bu bakımdan bu çalışmadan elde edilen bulguların önceki araştırmalardan elde edilen bulguları desteklediği söylenebilir.

Devlet üniversitelerinde görev yapan akademisyenlerin lider hesap verebilirlik davranışlarını her üç alt boyut (sorumluluk, açıklık, cevap verebilirlik) için orta düzeyde algıladıkları, vakıf üniversitelerinde görev yapan akademisyenlerin ise lider hesap verebilirlik davranışlarını yüksek düzeyde algıladıkları görülmüştür. Devlet ve vakıf üniversitelerinde görev yapan akademisyenlerin lider hesap verebilirliği algıları ortalamaları arasındaki farkın her üç davranış için anlamlı oluşu ve farkın etki büyüklüğünün sorumluluk davranışları için yüksek düzeyde, açıklık ve cevap verebilirlik için orta düzeyde olduğu görülmüştür. Üniversite türünün algılanan lider hesap verebilirliğinin anlamlı bir yordayıcısı olduğu ancak etki değerinin (f^2) düşük olduğu sonucu elde edilmiştir.

Araştırmanın bir diğer önemli sonucu da lider hesap verebilirlik düzeyinin etik iklim, etik iklim tiplerinin de lider hesap verebilirlik davranışlarını yordadığına ilişkin bulgulardır. Regresyon analizi sonucunda “Kanunlar Kodlar” ikliminin, “Arkadaşlık” ikliminin ve “Bireysel Çıkar” iklim tiplerinin algılanan lider hesap verebilirlik davranışlarını yordadığı ortaya konmuştur. Yani “Kanunlar Kodlar” iklimi ($\beta=,431$, $p<,001$) ve “Arkadaşlık” ikliminin ($\beta=,28$, $p<,05+$) yüksek düzeyde algılanması lider hesap verebilirliğinin yüksek düzeyde algılanmasını yordamaktadır, “Bireysel Çıkar” ikliminin ($\beta=-,145$ $p<,001$) yüksek düzeyde algılanması ise lider hesap verebilirlik davranışlarının düşük düzeyde algılanmasını yordamaktadır.

Öte yandan algılanan lider hesap verebilirliği düzeyi algılanan etik iklim düzeyini de etkileyebilmektedir. Elde edilen bulgular, algılanan lider sorumluluk davranışları düzeyinin algılanan etik iklim düzeyini yordadığını göstermektedir. Wood ve Winston (2007), lider hesap verebilirliğinin sorumluluk boyutunu “örgüt yararına olacak şekilde liderlik etme, karar verme ve eylemde bulunma konusunda istekli olma” olarak tanımlamışlardır. Pless (2007) liderlerde sorumluluk için ahlaki temeli oluşturan altı temel özellik tanımlamıştır: vizyoner olma, güçlü ilişkiler kurma (networker), değişim ajanı olma, hikâye anlatıcısı olma, hizmetkâr olma, güçlü değerlere sahip olma ve topluluğun aktif bir üyesi olma. Bireysel hesap verebilirlik teorisyenlerinin önde gelenlerinden olan Schlenker, Britt, Pennington, Murphy, Weigold, ve Doherty’ye göre (akt. Thompson, 2013) hissedilen sorumluluk, hesap verebilirlik sürecinin en önemli unsurudur. Bu bağlamda bu çalışmada elde edilen bulguların önceki araştırma bulgularını desteklediği söylenebilir. Örgüt içerisinde liderlerin sorumluluk davranışları tanımlanarak, özellikle örgüt yararına çalışma, örgütün çıkarını her şeyin üstünde tutma, eylemlerine ilişkin sonuçlarla ilgili sorumluluk üstlenme gibi davranış setleri pekiştirilerek etik iklim algısını olumlu etkileyebileceği söylenebilir.

Literatürde doğrudan doğruya lider hesap verebilirlik davranışlarının etik iklimi etkisini ortaya koyan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak lider davranışlarının etik iklimi etkileyen en önemli unsurlar arasında yer aldığı pek çok araştırma ile ortaya konmuştur. Etik liderlik teorisine göre etik liderlik sergileyen liderler çalışanlarını etkilemektedir. Liderler, çalışanları tarafından çekici, güvenilir ve meşru rol modelleri olarak görülebilmeleri için davranışlarının takipçiler tarafından doğru davranışlar olarak değerlendirilmeleri gerekmektedir (Brown vd., 2005). Lider hesap verebilirliği etik bir davranış olarak ele alındığında çalışmada elde edilen bulguların, liderin etik davranışları ile etik iklim ilişkisini ortaya koyan önceki araştırma bulgularını (Bandura, 1986, Brown vd., 2005, Shin vd., 2015, Thompson, 2013) desteklediği görülmektedir. Bu bakımdan elde edilen bulguların önceki araştırma sonuçlarını desteklediği söylenebilir.

Etik liderlikle ilgili olarak genellikle lider davranışları “dürüst”, “güvenilir”, “rol model” davranışlar gibi soyut davranışlarla ifade edilmektedir. Lider hesap verebilirliği, lidere olan güveni tesis etmede proaktif davranışlar olarak ifade edilmiştir. Bu açıdan ele alındığında bu çalışmanın lider sorumluluk davranışlarının, yani takipçileri tarafından liderin, örgütün yararına olacak şekilde liderlik etme, karar verme ve eylemde bulunma konusunda istekli olmasının algılanmasının algılanan etik iklim düzeyini yordadığını ortaya koyması bakımından önemlidir.

Öneriler

- Lider hesap verebilirlik mekanizmalarının oluşturulmasında sadece kurumsal/formal/hesap verebilirlik mekanizmalarına değil, bireysel ve aşağı yönlü hesap verebilirliğe yönelik de mekanizmaların oluşturulması çalışmaları yapılması yararlı olacaktır. Bunun için iletişim kanallarının açılması, çalışanların yönetimin kararlarını sorgulama, eleştiride bulunma, şikayet edebilmelerine olanak sağlayan yolların oluşturulması, çalışanların alınan kararlara geniş katılımının sağlanması, liderlerin eylem ve

kararlarının gerekçelerini açıklamalarının, elde edilen performans sonuçları ile ilgili sorumluluk üstlenmelerinin sağlanması yararlı olabilir.

- Üniversitelerde “Kanunlar Kodlar” etik iklim tipinin geliştirilmesi için kanun ve kodların açık, net olması, herkesçe bilinir kılınması, alınan kararların kanun, kodlara dayandırılması ve kararların gerekçelerinin açıklanması, üniversitelerde bölümler düzeyinde kodların oluşturulması ve paylaşılması, kanun ve kodlara uygun hareket etmenin öneminin herkese anlatılması ve aksinin kabul edilmeyeceği mesajının üst yönetim tarafından açıkça ortaya konması gibi yollar izlenebilir.
- En az etik dışı davranış “Arkadaşlık” ikliminde oluşmaktadır. “Arkadaşlık” ikliminin geliştirilmesi yönünde etik eğitim programları geliştirilebilir, yardımlaşma, ekip çalışmasına önem verme, birbirini destekleme ve iyiliğini düşünme gibi değerler kurumsal düzeyde ön plana çıkarılabilir.
- Araştırma üniversitelerin mühendislik fakültelerinde gerçekleştirilmiştir. Üniversitelerde lider hesap verebilirliği, etik iklim ve örgütsel güç mesafesi olgularının diğer fakültelerde de araştırılmasına ihtiyaç vardır.
- Devlet üniversitelerinde “bireysel çıkar” etik iklim tipinin yüksek düzeyde algılanmasında etkili olan faktörlerin neler olduğunun nitel araştırma yoluyla derinlemesine araştırılmasına ihtiyaç vardır.

Kaynakça

- Appelbaum, S., Deguire, K., J., & Lay, M. (2005). The relationship of ethical climate to deviant workplace behavior. *Corporate Governance*, 5(4), 43-55.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Brown, M., E., Trevino, L., K., & Harrison, D., A. (2005). Ethical leadership: A learning perspective for construct development and testing. *Organisational Behavior and Human Decision Processes*, 97(2), 117-134.
- Brown, M., E. ve Trevino, L., K. (2006). Ethical leadership: A review and future directions. *Leadership Quarterly*, 17(6), 595-616.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. (8.Baskı), Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö. ve Köklü, N. (2010). *Sosyal bilimler için istatistik*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analyses for the behavioral sciences*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Çevik, S., K. (2011). *Üniversitelerde öğretim elemanlarının yıldırma davranışlarına maruz kalma düzeyi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- DiSorbo, B. (2017). *Job satisfaction, organizational commitment, and ethical climate of higher education administrators in Maryland colleges and universities*. (Unpublished Doctoral Thesis), East Tennessee State University.
- Elmore, R. (2005). Accountable leadership. *The Educational Forum*, 69(2), 134-142.
- Enwereuzor I. K., Onyishi I.E., Oparaocha F.C.A., & Amaeshi K. (2020). Perceived leader integrity as a mediator between ethical leadership and ethical climate in a teaching context. *BMC Psychology*, 8.
- Foy, C., C., N. (2019). *The influence of role models of ethical leadership behaviors*. (Unpublished Doctoral Thesis), Grand Canyon University, Arizona.
- Gini, A. (1998). Work, Identity and self: How we are formed by the work we do. *Journal of Business Ethics*, 17, 707-714.
- Green, S. B., & Salkind, N. J. (2004). *Using SPSS for windows and macintosh: analyzing and understanding data*. Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Guarin, F. (2019). *The relationship between ethical leadership, ethical climate, and salesforce organizational citizenship behavior*. (Unpublished Doctoral Dissertation), Capella University, Minnesota, USA.
- Hair, J., F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., & Black, W. C. (1998). *Multivariate data analysis*, (5th Edition). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Kanungo, R., N. (2009). Ethical values of transactional and transformational leaders. *Canadian Journal of Administrative Sciences/Revue Canadienne Des Sciences De L'Administration*, 18(4), 257-265.
- Karasar, N. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemi (25. Baskı)*. İstanbul: Nobel Yayıncılık.
- Kılıç, S. (2013). *Algılanan etik iklim ile üretkenlik karşıtı iş davranışları arasındaki ilişkiler* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde.

- Laratta, R. (2011). Ethical climate and accountability in nonprofit organizations, a comparative study between Japan and the UK. *Public Management Review*, 13(1), 43-63.
- Martin, K., D., & Cullen, J., B. (2006). Continuities and extensions of ethical climate theory: A meta-analytic review. *Journal of Business Ethics*, 69 (2), 175-194.
- Moore, H., L. (2012). *Ethical climate, organisational commitment and job satisfaction of full time faculty members*. (Unpublished Doctoral Dissertation), East Tennessee State University, USA.
- Nei, K., S., Foster, J., L., Ness, A., M., & Nei, D., S. (2018). Rule breakers and attention seekers: Personality predictors of integrity and accountability in leaders. *International Journal of Selection and Assessment*, 18-26.
- Özdamar, K. (2003). *Modern bilimsel araştırma yöntemleri*. Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Öztürk, N. ve Celep, C. (2009). Okul müdürlerinin hesap verebilirliği. *IV. Ulusal Eğitim Yönetimi Kongresi*, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Randall, D. M. (2012). Leadership and the use of power: Shaping an ethical climate. *Journal of Applied Christian Leadership*, 6(1), 28-35.
- Shin, Y., Sung, S., Y, Choi, J., N., & Kim, M., S. (2015). Top management ethical leadership and firm performance mediating role of ethical and procedural justice climate. *Journal of Business Ethics*, 129(1), 43-57.
- Simha, A. & Cullen, J. (2011). Ethical climates and their effects on organizational outcomes: Implications from the past and prophecies for the future, *Academy of Management Perspectives*, 26(4), 20-34.
- Sims, R. (1992). The challenge of ethical behavior in organizations. *Journal of Business Ethics*, 11(7), 505-513.
- Steinbauer, R., Renn, R., W., Taylor, R., R., & Njoroge, P., K. (2014). Ethical leadership and followers' moral judgment: The role of followers' perceived accountability and self-leadership, *Journal of Business Ethics*, (120), 381-192.
- Thompson, L. (2013). *A quantitative comparative study of organizational culture and leadership accountability within public and private organizations*. (Unpublished Doctoral Dissertation), University of Phoenix, USA.
- Victor, B., & Cullen, J. B. (1987). A theory and measure of ethical climate in organizations. *Research in Corporate Social Performance and Policy*, 51-57.
- Victor, B., & Cullen, J.B. (1988). The organizational bases of ethical work climate. *Administrative Science Quarterly*, 33(1),101-125.
- Wood, J., A., & Winston, B., E. (2005). Toward a new understanding of leader accountability: Defining a critical construct. *Journal of Leadership & Organizational Studies*, 11(3), 84-94.
- Wood, J., A., & Winston, B., E. (2007). Development of three scales to measure leader accountability. *Leadership & Organizational Development Journal*, 28(2), 167-185.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





Developing the Mathematical Misconception Awareness Scale for Primary School Teachers: A Reliability Study

Veli TOPTAŞ¹, Büşra USLUOĞLU²

Abstract

One of the problems addressed in teaching mathematics is mathematical misconceptions. Errors and misconceptions that students develop in previous lessons or bring to school from the community they live in can create barriers to the continuous learning of mathematical concepts and ultimately lead to failure in mathematics. It is also important to see whether teachers' misconceptions have any effect on students' misconceptions. In this study, it was aimed to develop a scale in order to know the level of opinions of primary school teachers about misconceptions in mathematics and to measure whether they are aware of mathematical misconceptions. The 36-item draft scale, in which different dimensions were determined regarding mathematical misconceptions, was piloted with a total of 372 classroom teachers in the 2022-2023 academic year. After the results obtained from the pilot application and the opinions of the experts, 2 items were removed from the scale. The scale, which has 34 items in total, was applied to 524 primary school teachers. In the development of the measurement tool, the stages of literature review, item creation, content validity (referring to expert opinion), pre-testing and validity and reliability calculation were followed. During the analysis made with a statistical program, it was determined that the scale consisted of 3 dimensions with Exploratory Factor Analysis (EFA). The researchers named these dimensions as 'Mathematical Misconceptions Awareness in Learning-Teaching Processes', 'Misconceptions Specific to Mathematics Learning Fields', and 'Cognitive and Conceptual Awareness', respectively, after the common points of the questions in the dimensions formed and their exchange of views with the experts. In addition, it was observed that the KMO Kaiser-Meyer-Olkin (Sampling Suitability Measurement) value was 0.97, and the internal consistency coefficient (Cronbachalpha) value calculated for the reliability study was $\alpha=0.97$. With the findings obtained, it was concluded that the scale has a valid and reliable structure. The results obtained with the Confirmatory Factor Analysis (CFA) show that although they do not have perfect fit values, they are within acceptable limits.

Key Words

Misconceptions
Mathematics
Mathematical misconceptions
Primary school teachers

About Article

Sending date: 17.01.2023
Acceptance date: 21.07.2023
Publication date: 31.08.2023

¹Prof. Dr., Kırıkkale University, Türkiye, vtoptas@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8852-1852>

²PhD Student, Kırıkkale University, Türkiye, busrausluoglu38@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7152-6419>

Introduction

The most basic way for individuals to find solutions to problems is to recognize and define the problem. When a problem is noticed in any subject, its main lines are determined and the ways to solve it are examined one by one. In teaching mathematics, Polya's strategy is very useful for solving a problem. George Polya defined the problem solving process as a four-stage process. These; understanding the problem, choosing the strategy related to the solution, applying the chosen strategy and evaluating the solution (Yıldızlar, 2001:16). This is a process of producing solutions not only for mathematical problems but also for the whole life. It is important for a person to have acquired this skill from childhood in order to be able to realize the problems in his own life and produce his own solutions. According to Piaget (2008), children approach the problem and solve it with three systems, namely action intelligence, egocentric thinking and rational thinking, respectively. In other words, they discover the problem while in action, interpret what they have discovered with their own words, and then turn it into a rational thought with what they have learned before (Maury, 2008). For this reason, teachers as well as parents have a lot of work in solving problems. Teachers should first realize their individual problems and deficiencies and then teach children how to do this. In fact, they should teach children a "superior" model of knowing.

The concept of metacognition was introduced by Flavel in the 1970s and focused on learning to learn. As a result of his studies, Flavel defined metacognition as specifying the operations on memory, explaining the functions and limits of memory, and explaining the student's control over his own cognitive processes. Towards the end of the 1970s, this concept was expanded and the concept of metacognition was started to be used instead of meta-memory (Schneider and Lockl, 2002). With the recognition of this concept, concepts such as 'awareness and awareness' of researchers have also entered the radar of studies (Özsoy, 2008; Akpunar, 2011; Kalemkuş, 2021; Önen, 2021, Bakkaloğlu and Toptaş, 2022). In some studies (Aşık and Ertkin, 2019; Sevgi and Çağlıköse, 2020; Arslan, 2021) individuals' cognitions regarding their metacognitive awareness were measured and their situations of addressing and solving their problems were examined. There are studies in which this awareness, which is essential to be acquired at home and at school during childhood, is also discussed in an important lesson such as teaching mathematics. For example, Kaplan and Duran (2016) aimed to measure and evaluate students' awareness of knowing mathematics, that is, metacognitive awareness, with the scale they developed. This study has shown us that mathematics is a branch of science that can be developed by raising awareness. Therefore, mathematics is an area where not only the "what" question, but also the "how" question should be answered. In order to reach these answers, the equivalent of mathematics in the concrete world and abstract learning in the minds of individuals must be meaningful. As it is known, the mind of each individual has a different width and perception. Therefore, as Neutzling, Pratt, and Parker (2019) mentioned, individuals should know their own perceptions and learning and should proceed accordingly. Metacognitive knowledge explains exactly this. In particular, the fact that external world information such as mathematics becomes meaningful in the minds of individuals is closely related to the functionality of metacognitive information. Along with focusing on learning mathematics, it is also important to know and analyze the problems that exist in learning. From this point of view, it can be commented that there is a difference between knowing mathematics and knowing how to know mathematics.

One of the problems addressed in teaching mathematics is the subject of mathematical misconceptions. According to Baki and Bell (1997), it can be difficult to define a concept in a mathematics lesson. In order to define a concept, it is sometimes necessary to explain the concepts associated with it. For example, to define decimal fractions, the definition of fraction is needed first. In other words, individuals build on their previous prior knowledge while learning concepts, and this prior knowledge they have sometimes causes difficulties in learning new concepts. Smith, Disessa, and Roschelle (1993) defined misconception as "the student's understanding that systematically produces errors". In this case, mistakes and misconceptions that students have developed in previous lessons or brought to school from the community they live in can create obstacles in the continuous learning of mathematical concepts and, as a result, cause failure in mathematics. French mathematician Bernard Cornu explained the causes of misconceptions in three ways. These are the epistemological reasons that are spontaneous and encountered in the historical process of the concept; psychological reasons including personal situations while learning the concept, and pedagogical

reasons including the form, content and methods of teaching (Cited by Özmantar, Bingölbali, & Akkoç, 2008). Therefore, it is also important to see whether the misconceptions of teachers have any effect on students' misconceptions. Borasi (1994) stated that it would be beneficial to use misconceptions as a jumping off point or starting point in teaching. Therefore, there is a need to identify the conceptual areas where most children make mistakes or make false generalizations, as well as the causes responsible for them and how to correct them. According to Özdemir, Bayraktar and Yılmaz (2017), it is very important to take necessary precautions so that misconceptions are known by teachers and that they do not occur in students. Because if teachers know their misconceptions and their reasons, they can prevent students' possible mistakes or misconceptions. Of course, the way to achieve this is related to whether teachers are aware of their own misconceptions or what solutions they bring to existing misconceptions. According to Sadi (2007), primary school teachers should be aware of the causes of misconceptions that may occur in students' minds before mathematical misconceptions emerge. As it was emphasized before, not only knowing mathematics but also realizing how we know or do not know it contributes to making learning permanent and meaningful. It is thought that the first step in solving such learning problems in the primary school level mathematics course, which is one of the leading levels of education, passes through the primary school teachers. The first thing that can be done for this is to measure and evaluate the awareness of the primary school teachers about the subject. In this study, it was aimed to develop a scale to learn the awareness of primary school teachers about misconceptions in mathematics.

Method

Developing the Mathematical Misconception Awareness Scale for Primary School Teachers: The stages of the reliability study and the characteristics of the study group are presented below. In this research, which aims to develop a scale to determine the mathematical misconception awareness of the participants, the survey model was used.

Study Group

This study was carried out with the participation of 524 primary school teachers working in a province in 'Central Anatolia' region in the 2022-2023 academic year. The number of items in the draft scale and the final scale were taken as a basis in determining the number of participants. In the literature, it is recommended that the number of participants be 5 or 10 times the number of items in scale development studies (Child, 2006; Doğan and Başokçu, 2010; Tavşancıl, 2018). As there were 36 items in the draft scale within the scope of the study, 372 primary school teachers were reached in the first stage and 524 primary school teachers were reached for 34 items in the final scale formed after the exploratory factor analysis, and more than 10 times the number of items in the scales were reached.

The study group consists of a total of 524 primary school teachers (307 females, 217 males) working in the Ministry of National Education in the 2022-2023 academic year, which were determined by random sampling method. The seniority years of the classroom teachers are 0-10 years of 139; It was determined that 138 of them were 11-20 years and 247 of them were 21 years and later. In addition, 399 of the teachers stated that they graduated from Education Faculties and 125 from Vocational High Schools. Of the classroom teachers, 50 of them have associate degree, 408 undergraduate, 65 graduate and 1 doctorate graduates, indicating their current education status.

Data Collection Process

Within the scope of the research, the stages in the literature were taken into account in order to develop the scale, which aims to measure the awareness of mathematical misconceptions of primary school teachers (Büyüköztürk, 2011). Therefore, the following stages were followed in the scale development process:

1. Establishing an Item Pool: By scanning the literature, areas and sub-titles (epistemological, psychological and pedagogical) related to misconceptions and mathematical misconceptions were determined. Before preparing the scale items, the researchers conducted a large-scale literature review on mathematical misconceptions and their relationship with teaching, and examined the studies on misconceptions in mathematics in domestic and international sources (Küçük and Demir, 2009; Türkoğan, Güler, Bülbül and Danişman, 2015; Mohyuddin and Khalil, 2016; Özdemir and Bayraktar,

2017; Mutlu and Söylemez, 2018; Neidorf et al., 2020). The obtained scale expressions were rearranged within the framework of curiosity and mathematics, and the item pool of the draft scale was created with a total of 36 expressions. The created scale is a 5-point Likert type scale. Tools made with the Likert technique consist of a set of sentences and response formats for each sentence. Generally, a five-point format is used from strongly agree to strongly disagree. In order to obtain points from the tool, the scores of each item are added. A five-point response form, such as I completely agree, I strongly disagree, reveals the value from 1 to 5 (Tekindal, 2009, p.88). Positive and negative items determined in this scale were rated on a 5-point Likert scale as "never", "rarely", "sometimes", "often", "always".

2. *Determination of Content Validity*: Content validity means the adequacy of the items used for the characteristics to be measured in terms of quantity and quality. One of the logical ways used to determine the content validity, which expresses whether the behavior (feature) that is intended to be measured, is sufficient in terms of quantity and quality, is to consult the opinions of experts, which is the Lawshe technique (Lawshe, 1975; Büyüköztürk, 2011). At this stage, the researches were compiled and presented to the experts in the field (three associate professors who are experts in the field of mathematics and classroom education) to receive their opinions and suggestions. Experts stated that they found some of the questions they examined to be similar to each other. In addition, they suggested a simpler way in the language and expression of some questions. In the light of the experts' evaluations, the items were revised, similar questions were brought together or removed from the draft scale and necessary corrections were made. Thus, the final version of the draft scale was considered as 34 items. There is no reverse item in the scale.

3. *Application of the Measurement Tool*: In order to test the final version of the scale items, a pilot group was administered with 372 primary school teachers working in the Central Anatolia region. After the pilot applications, two items were removed from the scale and 34 items were applied to a total of 524 primary school teachers working in a city in 'Central Anatolia' region, along with demographic information. Each of the participants was reached via Google Form and the data was recorded through this platform. Participation took an average of 5 to 7 minutes.

4. *Determination of Construct Validity*: Construct validity gives information about investigating whether the qualities to be measured are measured or not (Kurt, 2001). Exploratory factor analysis was performed on the data obtained from primary school teachers and teacher candidates in order to determine the construct validity of the measurement tool, which was found to be suitable for factor analysis by finding the KMO value of 0.97 and the Barlett test result as $p = .000$. KMO value of 0.60 is sufficient for the sample size, and KMO values of 0.90 and above are interpreted as perfect (Tavşancıl, 2006; Shrestha, 2021). Exploratory factor analysis is an analysis technique that aims to identify and group the items that measure the same structure or quality among the items determined by the researchers and to explain the measurement with these few meaningful superstructures (Büyüköztürk, 2011). In this process, Kaiser–Meyer–Olkin (KMO) and Bartlett test results, common factor variance values of items, eigenvalue line graph, principal component analysis results were used. Varimax (rotation) technique was used in factor analysis. All analyzes in the research were made through a statistical program.

5. *Determination of Reliability*: The reliability of the data collection tool was analyzed by Cronbach's alpha reliability coefficient. The Cronbach alpha reliability coefficient value is a measure of the internal consistency of the scale between test scores, and values of 0.70 and above are considered sufficient for the reliability of the scale (Büyüköztürk, 2011; Tavakol and Dennick, 2011; Shrestha, 2021). The Cronbach alpha reliability coefficient of the scale is 0.972, and this data indicates that the scale is quite reliable (Adeniran, 2019).

6. *Finalizing the Data Collection Tool*: After the application of the scale, some items in the scale were rearranged and the scale was given its final shape. The final version of the scale consists of 34 items. There is no reverse item in the scale (Appendix-1).

Data Analysis

In the light of the results obtained from the scale applied to the pilot group, factor analysis was performed for the construct validity of the scale. Kaiser Meyer-Olkin (KMO) test was applied to investigate whether the data were suitable for factor analysis (Shrestha, 2021). After the data were

found to be suitable for factor analysis, Diagonal Anti-image Correlation values were examined in order to examine the sample adequacy. After the items with diagonal values less than 0.40 were removed from the scale, it was checked with the Barlett test whether the data in the universe came from a multivariate normal distribution (Shrestha, 2021). In order to examine the construct validity of the scale, exploratory factor analysis, which is a process for finding factors based on the relationships between variables, was used (Büyüköztürk, 2011; Sowden, Schonfeld and Bianchi, 2022). In order to decide how many important factors or constructs the scale items measure, the line graph drawn based on the factor eigenvalues was examined. Principal component analysis, one of the factorization techniques, was used. In addition, varimax (rotation) technique, one of the vertical rotation techniques, was preferred in order to find the items with a high correlation with the factors and to interpret the factors more easily (Büyüköztürk, 2011). In addition, confirmatory factor analysis was performed on the data obtained from a different sample.

Results

In this section, the statistical analyzes made for the developed scale and the results obtained are tabulated and interpreted.

Exploratory Factor Analysis (EFA)

Factor analysis is an important tool used in the development, refinement and evaluation of tests, scales and measures (Williams and Brown, 2010). Factor analysis is one of the analyzes that should be used to determine the construct validity of a scale. Whether the data obtained from the sample group is suitable for factor analysis can be explained by the Kaiser Meyer Olkin (KMO) coefficient and the Bartlett sphericity test (Büyüköztürk, 2011; Çapık, Gözüm and Aksayan, 2018). It is known that for the data set to be suitable for factor analysis, the KMO value should be greater than .50, and for the data set to be perfectly compatible with factor analysis, the KMO value should be close to .90 (Kalaycı, 2006). The KMO and Barlett values obtained as a result of the analysis performed in the study are given in Table 1.

Table 1. Mathematical Misconception awareness scale KMO and Barlett test results

KMO		.970
Global Bartlett Test	Chi Squ	15784.975
	Sd	561
	p	.000

When Table 1 is examined, it is seen that the KMO value is 0.970. According to this value, it was determined that the sample size was sufficient to perform factor analysis. Bartlett's test was found to be significant as $p = .000$. According to this result, it is appropriate to perform factor analysis for the correlation matrix. In addition, exploratory factor analysis was performed to determine how many factors the scale consisted of. Exploratory factor analysis is the type of analysis in which the researcher has no knowledge of the number of factors measured by the measurement tool, and tries to obtain information about the nature of the factors measured by the measurement tool, instead of testing a certain hypothesis (Child, 2006; Tavşancıl, 2006). As a result of the first analysis, it was determined that there were three factors with an eigenvalue of 1 and above. The findings of the first analysis are given in Table 2.

Table 2. Results of mathematical misconception awareness scale exploratory factor analysis

Factor	Eigenvalue	Variance explanation percentage (Total)	Variance explanation percentage (Cumulative)
1	17.841	52.474	52.474
2	3.155	9.279	61.753
3	1.683	4.950	56.704

According to Table 2, it is seen that there are three factors with an eigenvalue of 1 and above in the draft scale. The total contribution of these factors to the variance is 56.704%. In Table 3, variance explanation percentages of the Mathematical Misconception Awareness Scale, which consists of three factors, are given.

Table 3. Mathematical misconception awareness scale variance explanation percentages

Factor	Eigenvalue	Variance explanation percentage (Total)	Variance explanation percentage (Cumulative)
1	8.687	25.551	25.551
2	7.962	23.419	48.970
3	6.030	17.734	56.704

As seen in Table 3, the variance explanation percentage of the first factor is 25.551, the variance explanation percentage of the second factor is 23.419, and the variance explanation percentage of the third factor is 17.734. The total variance explained by three factors was determined as 56.704. It is sufficient that the variance explained in multifactorial scales is between 40% and 60% (Büyüköztürk, 2007). According to this explanation, it can be explained that the variance ratio explained by the scale is sufficient. The results of the rotated principal components analysis (varimax) of the mathematical misconceptions awareness scale are presented in Table 4.

Table 4. Rotated component matrix of mathematical misconception awareness scale

Item No	Factor-1	Factor-2	Factor-3
18	.789		
20	.784		
21	.748		
17	.721		
9	.695		
19	.687		
12	.673		
13	.650		
34	.629		
10	.629		
14	.624		
15	.606		
11	.586		
16	.575		
22	.564		
7	.481		
8	.420		
29		.849	
28		.841	
26		.834	
27		.832	
30		.816	
31		.789	
25		.726	
32		.662	
23		.657	
33		.654	
24		.563	
2			.803
3			.786
1			.773
4			.723
5			.646
6			.609

When Table 4 is examined, the factor load values of the items in the first factor are between 0.78 and 0.42; It is seen that the factor load of the items in the second factor is between 0.84 and 0.56, and the factor load of the items in the third factor is between 0.80 and 0.60. As a result of the factor analysis conducted by the researchers, it was determined that there were 17 items in the first factor, 11 items in the second factor, and 6 items in the third factor. Researchers named the sub-dimensions of the scale. "Awareness of Learning and Teaching Processes" for the first factor (Items 18, 20, 21, 17, 9, 19, 12, 13, 34, 10, 14, 15, 11, 16, 22, 7, 8) for the second factor. Awareness Specific to Mathematics

Learning Areas” (Items 29, 28, 26, 27, 30, 31, 25, 32, 23, 33, 24) and “Cognitive and Conceptual Awareness” for the third factor (Items 2, 3, 1, 4, 5, 6) were deemed appropriate. The scale developed by the researchers is presented as an appendix in the study (Appendix-1).

In addition, the reliability analysis of the scale was made by calculating the Cronbach Alpha internal consistency coefficient. The Cronbach Alpha reliability coefficients calculated for the Mathematical Misconception Awareness Scale and its sub-dimensions are shown in Table 5.

Table 5. Internal consistency coefficients of mathematical misconception awareness scale

Factor	Item number	Number of internal consistency
Mathematical misconceptions awareness in learning-teaching processes	17	.962
Misconceptions specific to mathematics learning fields	11	.953
Cognitive and conceptual awareness	6	.883
Scale total	34	.972

Table 5 shows the values of the Cronbach Alpha internal consistency coefficients of the Mathematical Misconception Awareness Scale for each factor. The total reliability coefficient of the scale is 0.97. With the values of these data, it can be said that the scale is quite reliable.

Confirmatory Factor Analysis (CFA)

In order to determine whether the two-factor model obtained in Confirmatory Factor Analysis (CFA) and exploratory factor analysis was confirmed, the covariance matrix of the scores obtained from the scale were examined. LISREL 8.80 package program was used for confirmatory factor analysis (Jöreskog and Sörbom, 2004). In the literature for testing a measurement tool with confirmatory factor analysis, there are many fit values to test the fit of the data. The most commonly used of these fit values are: Chi-square, Comparative Fit Index of the tested model CFI, Standardized Root Mean Square Residual SRMR, which gives the mean of the differences between the explained covariance and observed covariances of the model, SRMR, Mean of Approximate Errors Root Mean Square Error of Approximation RMSEA, Non-Normed Fit Index (Tucker-Lewis Index-NNFI) (Çokluk, 2010). Among these fit indices, RMSEA is .06 or less, SRMR is .08 or less, CFI, and NNFI is .90 and a value is accepted as an acceptable fit indicator for the model, .95 and above is a good fit index. In addition, although the fit values are not perfect, there are also acceptable fit values evaluated on a sample basis (Hu and Bentler, 1999; Schumacker and Lomax, 2010). Table 6 shows good and acceptable fit values, as well as the fit values obtained as a result of the confirmatory factor analysis of the Mathematical Misconception Awareness Scale.

Table 6. Standard fit criteria and fit values of the mathematical misconception awareness scale

Fit measures	Good fit values	Acceptable compliance values	Recommended fit values
RMSEA	0.00<RMSEA<0.05	0.05<RMSEA<0.10	0.097
SRMR	0.00<SRMR<0.05	0.05<SRMR<0.10	0.057
GFI	0.95<GFI<1.00	0.90<GFI<0.95	0.87
AGFI	0.90<AGFI<1.00	0.85<AGFI<0.90	0.88
NFI	0.95<NFI<1.00	0.90<NFI<0.95	0.98
CFI	0.95<CFI<1.00	0.90<CFI<0.95	0.98
RFI	0.90<RFI<1.00	0.85<RFI<0.90	0.97

According to Table 6; similarity rate was determined as chi-square statistic $X^2=331.17$, $P<0.01$. Root mean square approximation error (RMSEA)= 0.097; standardized root mean square (SRMR) = 0.057; goodness of fit index (GFI)=0.87; adjusted goodness-of-fit index (AGFI)=0.88; formed fit index (NFI) = 0.98; comparative fit index (CFI)= 0.98 relative fit index (RFI)= 0.97. The results show that although it does not have perfect fit values, it is within acceptable values. In addition, as a result of the calculation made with the chi-square / df operation, it has been shown that the absolute fit of the scale to the database is at the good fit level according to Bollen's (1989) calculations (chi square/df<3).

The path diagram obtained as a result of the confirmatory factor analysis performed with the mathematical misconception awareness scale is shown in Figure 1.

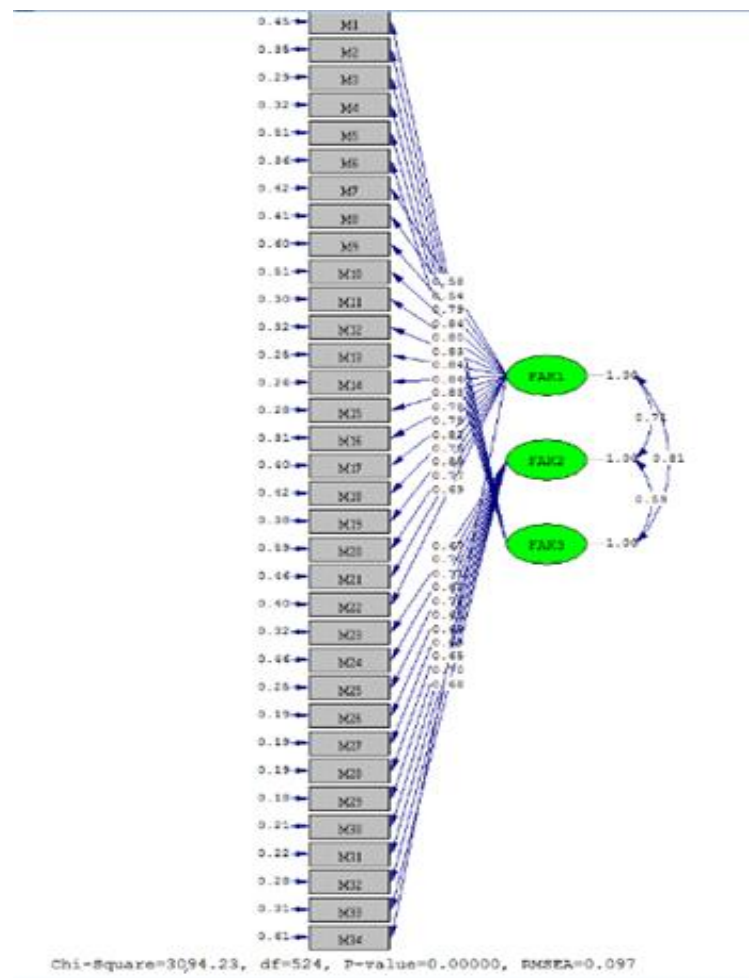


Figure 1. Confirmatory factor analysis Path diagram

Discussion, Conclusion and Recommendations

As a result of this study, which aims to develop a scale for primary school teachers' awareness of mathematical misconceptions, a 34-item mathematical misconception awareness scale with proven validity and reliability was created. The overall Cronbach Alpha reliability coefficient of the scale is 0.97. However, it can be said that the scale is sufficient in terms of its use for classroom teachers. The internal consistency coefficients for all three sub-dimensions of the scale are 0.96, 0.95 and 0.88, respectively. It can be interpreted that these values are compatible with the current values in Emerson's (2019) study and that the scale is reliable.

The items in the first factor were associated with the pedagogical and psychological subheadings of the misconceptions. In addition, this factor is related to the extent to which classroom teachers clarify their awareness of misconceptions in the learning and teaching processes of mathematics and constitutes the dimension of "mathematical misconception awareness in learning and teaching processes". The items in the second factor were associated with the epistemological and psychological subheadings of the misconceptions. However, this factor is related to the extent to which classroom teachers' awareness of misconceptions is related to sub-learning areas of mathematics. For this reason, it is named as "misconception awareness specific to mathematics learning fields". Finally, the items under the title of the third factor were associated with the pedagogical, psychological and epistemological subheadings of misconceptions and to explain the extent to which primary school teachers' awareness of misconceptions could occur in cognitive and conceptual learning as a discipline and course in mathematics. This dimension was named as "cognitive and conceptual awareness". From this point of view, it can be concluded that the scale

items are structurally at a level that can respond to all sub-headings (epistemological, psychological and pedagogical) by combining the misconceptions with mathematics.

This scale has been prepared to measure whether the classroom teachers have misconceptions about mathematics and whether they are aware of it. In addition, it is a good tool to get an idea about which mathematics topics teachers have misconceptions about, how they learned in the past with these misconceptions and how they teach now. In this direction, it has been determined whether the awareness of the misconceptions of the classroom teachers determined within the scope of the research is meaningful according to various variables such as gender, seniority year, the faculty they graduated from and their current education status. Thus, it is aimed to improve the mathematics teaching that teachers do by being aware of pre-existing or possible misconceptions. Zembat (2008, p.5) stated that it is important for teachers to carry out studies to prevent misconceptions without revealing them, by choosing appropriate teaching methods, especially in subjects where misconceptions are expected more. In addition, this scale can be expanded to measure the awareness of pre-service teachers studying in different departments in education faculties and teachers in different branches of mathematical misconceptions. The most important aim of the researchers in developing this scale is to raise awareness about mathematical misconceptions in all teachers related to the field, especially primary school teachers, and to prevent them in their teaching.

As a result of the confirmatory factor analysis conducted within the scope of the study, it was determined that the three-factor model had sufficient fit indices. As a result, it can be said that this scale is a valid and reliable measurement tool that can be used to measure the mathematical misconception awareness of classroom teachers and which sub-dimensions of misconceptions these awareness correspond to. Along with the prepared scale, it is based on the fact that teachers or prospective teachers at other education levels, especially primary school teachers, realize the misconceptions that have occurred before or may occur during the teaching process and develop the necessary solution proposals. As a matter of fact, teachers' awareness of knowledge, problems and solutions on the basis of their teaching will make the teaching more meaningful. Depending on the data obtained by using this scale, different studies can be conducted to improve the misconception awareness of teachers and teacher candidates from different branches and levels.

References

- Adeniran, A. O. (2019). Application of Likert scale's type and Cronbach's alpha analysis in an airport perception study. *Scholar Journal of Applied Sciences and Research*, 2(4), 1-5.
- Akpunar, B. (2011). Biliş ve Üstbiliş (Metabiliş) Kavramlarının Zihin Felsefesi Açısından Analizi. *Electronic Turkish Studies*, 6(4).
- Arslan, A. (2021). Ortaokul öğrencilerinin akademik motivasyonları ve matematiksel üstbiliş farkındalıkları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Journal of Computer and Education Research*, 9(18), 655-681.
- Aşık, G., ve Erktin, E. (2019). Üstbilişsel Deneyimlerin Üstbiliş Bilgisi ile Problem Çözme İlişkisindeki Aracılık Etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 44(197).
- Baki, A. ve Bell, A. (1997). *Ortaöğretim matematik öğretimi*. Ankara: YÖK Yayınları.
- Bakkaloğlu, S., ve Toptaş, V. (2022). Eğitim Alanında Üstbiliş Üzerine Yapılan Lisansüstü Tezlerin İçerik Analizi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(1), 155-177.
- Bollen, K. A. (1989). A new incremental fit index for general structural equation models. *Sociological methods & research*, 17(3), 303-316.
- Borasi, R. (1994). Capitalizing on errors as "spring boards for inquiry": A teaching experiment. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25 (2).
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı*, 14. Baskı, Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Child D. (2006) *The Essentials of Factor Analysis*. Continuum.
- Çapık, C., Gözüm, S., Aksayan, S. (2018). Kültürlerarası Ölçek Uyarlama Aşamaları, Dil ve Kültür Uyarlaması: Güncellenmiş Rehber. *Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi*, 26(3):199-210.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. & Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve Lisrel uygulamaları*. Ankara: Pegem Akademi.
- Doğan N, Başoçku T. (2010). İstatistik tutum ölçeği için uygulanan faktör analizi ve aşamalı kümeleme analizi sonuçlarının karşılaştırılması. *Eğitimde Psikol Ölçme Değerlendirme Dergisi*, 1(2):65-71.

- Emerson, R. W. (2019). Cronbach's Alpha Explained. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 113(3), 327-328.
- Hu, L. and Bentler, P. M. (1999). Cut of criteriafor fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6, 1-55.
- Jöreskog, K. G. and Sörbom, D. (2004). *LISREL 8.71 for Windows [Computer Software]*. Lincolnwood. IL: Scientific Software International, Inc.
- Kalaycı, S. (2006). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Teknikleri*. Ankara: Asil Publication Distribution.
- Kalemkuş, J. (2021). Bilmeyi bilme: Üstbiliş. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (42), 471-495.
- Kaplan, A., ve Duran, M. (2016). Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ölçeği: Geçerlik Ve Güvenirlik Çalışması. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (32), 1-17.
- Kurt, A. (2014). *Tutum ölçeklerinde yapı geçerliliğinin faktör analizi ile incelenmesi* (Doctoral dissertation, Anadolu University).
- Küçük, A., ve Demir, B. (2009). İlköğretim 6–8. Sınıflarda Matematik Öğretiminde Karşılaşılan Bazı Kavram Yanılgıları Üzerine Bir Çalışma. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (13), 97-112.
- Lawshe CH. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology* (28):563-575.
- Maury, L. (2008). *Piaget ve Çocuk*. (N. Sarıca, Çev.). De Ki Basım Yayım Ltd. Şti., Ankara.
- Mohyuddin, R. G., & Khalil, U. (2016). Misconceptions of Students in Learning Mathematics at Primary Level. *Bulletin of Education and Research*, 38(1), 133-162.
- Mutlu, Y. ve Söylemez, İ. (2018). Matematiksel kavram yanılgıları konusunda yapılmış yüksek lisans ve doktora tezlerinin incelenmesi. *Başkent University Journal of Education*, 5(2), 187-197.
- Neidorf, T., Arora, A., Erberber, E., Tsokodayi, Y., & Mai, T. (2020). *Student misconceptions and errors in physics and mathematics: Exploring data from TIMSS and TIMSS Advanced* (p. 165). Springer Nature.
- Neutzling, M., Pratt, E., & Parker, M. (2019). Perceptions of learning to teach in a constructivist environment. *Physical Educator*, 76(3), 756-776.
- Önen, C. İ. (2021). *Yaygın anksiyete semptomlarının yordanmasında üstbiliş, bilinçli farkındalık ve psikolojik esnekliğin rolü* (Master's thesis, İstanbul Kent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Özdemir, B. G., Bayraktar, R., ve Yılmaz, M. (2017). Sınıf ve matematik öğretmenlerinin kavram yanılgılarına ilişkin açıklamaları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 284-305.
- Özmantar, M.F., Bingölbali, E. ve Akkoç, H. (2008). *Matematiksel kavram yanılgıları ve çözüm önerileri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Özsoy, G. (2008). Üstbiliş. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(4), 713-740.
- Polya, G. (1957). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*: Princeton University Press.
- Sadi, A. (2007), Minconceptions in numbers, *UGRU Journal*, 5, pp.1-7.
- Sevgi, S., ve Çağlıköse, M. (2020). Altıncı sınıf öğrencilerinin kesir problemleri çözme sürecinde kullandıkları üstbiliş becerilerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi-Hacettepe University Journal Of Education*, 35(3).
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2010). *A beginners guide to structural equation modeling*. New York: Routledge
- Schneider, W. andLockl K. (2002). Thedevelopment of metacognitiveknowledge in childrenandadolescents. In T. perfect, B. schwartz (Eds.). *AppliedMetacognition*. West Nyack, NY, USA: Cambridge University Press.
- Shrestha, N. (2021). Factor analysis as a tool for survey analysis. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 9(1), 4-11.
- Smith, J.,Disessa, A., andRoschelle, J. (1993). Misconceptionsreconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *TheJournal of the Learning Sciences*, 3, 115- 163.
- Sowden, J. F., Schonfeld, I. S., & Bianchi, R. (2022). Are Australian teachers burned-out or depressed? A confirmatory factor analytic study involving the Occupational Depression Inventory. *Journal of Psychosomatic Research*, 157, 110783.
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International journal of medical education*, 2, 53.

- Tavşancıl, E. (2006). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi*. Ankara: Nobel Yayınevi.
- Tavşancıl, E. (2018). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi* (6. Baskı). Ankara:Nobel.
- Tekindal, S. (2009). *Duyuşsal Özelliklerin Ölçülmesi için Araç Oluşturma*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Türkdoğan, A., Güler, M., Bülbül, B., ve Danışman, Ş. (2015). Türkiye’de matematik eğitiminde kavram yanlışlarıyla ilgili çalışmalar: Tematik bir inceleme. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(2).
- Williams, B. Ve Brown, T. (2010). "Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices." *Australasian Journal of Paramedicine* 8(3).
- Yıldızlar, M. (2001). *İlköğretim Okulu Öğrencileri için Matematik Problemlerini Çözebilme Yöntemleri*. Eylül Kitap ve Yayınevi, Ankara.
- Zembat, İ. Ö. (2008). Kavram Yanılgısı Nedir?. *MF Özmantar, Erhan Bingölbali ve Hatice Akkoç (Ed), Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri*, 1-7.

APPENDIX-1 Mathematical Misconception Awareness Scale

Item	Never	Rarely	Sometimes	Often	Always
1. I can explain what a mathematical misconception is.					
2. I can distinguish between a mathematical error and a mathematical misconception.					
3. I can give examples of misconceptions that may occur in a mathematics lesson.					
4. I can notice if I have misconceptions in any learning area in mathematics.					
5. I can show examples that may cause misconceptions in the mathematics curriculum and textbooks.					
6. I know how to eliminate the misconceptions that may occur in mathematics teaching.					
7. I can make preparations before the mathematics lesson so that mathematical misconceptions do not occur.					
8. I make sure that students do not have misconceptions in mathematics teaching.					
9. I follow and examine the studies on mathematical misconceptions.					
10. I can list the types of mathematical misconceptions.					
11. I know how to detect mathematical misconceptions.					
12. I know what kind of studies I will do so that a certain rule or concept in mathematics is not generalized to other learning areas.					
13. If my students have mathematical misconceptions, I know which studies will be effective.					
14. I can explain the causes of mathematical misconceptions.					
15. I can give examples of the most common misconceptions in mathematics.					
16. I can predict what kind of misconceptions my students might have before the math lesson.					
17. I can eliminate the misconception by working with the parents about the students who have mathematical misconceptions.					
18. I can make special plans and programs for students with mathematical misconceptions.					
19. I can identify the mathematical misconceptions of the students within the scope of the education they received before school.					
20. I can do special studies on the mathematical misconceptions that may occur in the pre-school period of the students.					
21. I can prepare materials related to mathematics learning areas in order to prevent the formation of mathematical misconceptions.					
22. I can motivate students to overcome their mathematical misconceptions.					
23. I can discover students' misconceptions (if any) about numbers.					
24. I can discover students' misconceptions (if any) about rational and decimal numbers.					
25. I can discover students' misconceptions (if any) about process.					
26. I can discover students' misconceptions (if any) about mathematical symbols (+, -, x, ÷).					
27. I can discover students' misconceptions about fractions (if any) about fractions.					
28. I can discover students' misconceptions about geometric shapes (if any) about geometric shapes.					
29. I can discover students' misconceptions (if any) about number/place value.					

30. I can discover students' misconceptions (if any) about the measurement learning field.					
31. I can discover students' misconceptions (if any) about the data processing learning domain.					
32. I can explain exemplary and non-exemplary situations related to mathematical concepts.					
33. I can distinguish between determinative and non-determining features in mathematical concepts.					
34. I can create concept cartoons, concept maps and networking concept activities in order to avoid mathematical misconceptions.					

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





Sınıf Öğretmenlerine Yönelik Matematiksel Kavram Yanılgısı Farkındalık Ölçeğinin Geliştirilmesi: Güvenirlilik Çalışması

Veli TOPTAŞ¹, Büşra USLUOĞLU²

Öz

Matematik öğretiminde ele alınan sorunlardan birisi de matematiksel kavram yanılgılarıdır. Öğrencilerin önceki derslerde geliştirdikleri ya da içinde yaşadıkları topluluktan okula getirdikleri hatalar ve kavram yanılgıları, matematiksel kavramların sürekli öğrenilmesinde engeller oluşturabilir ve sonuç olarak matematikte başarısızlığa neden olabilir. Öğretmenlerde olan kavram yanılgılarının, öğrencilerin kavram yanılgıları üzerinde herhangi bir etkisinin olup olmadığını görmek de önemlidir. Bu araştırmada sınıf öğretmenlerinin matematikteki kavram yanılgılarına ilişkin farkındalıklarını ölçmek amacıyla bir ölçek geliştirmek amaçlanmıştır. Matematiksel kavram yanılgısı farkındalıklarına ilişkin farklı boyutları belirlenen 36 maddelik taslak ölçek 2022-2023 eğitim öğretim yılında toplamda 372 sınıf öğretmeni ile pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulamadan elde edilen sonuçlar ve uzmanlardan alınan görüşlerden sonra 2 madde ölçekten çıkarılmıştır. Toplamda 34 madde olarak oluşturulan ölçek, 524 sınıf öğretmenine uygulanmıştır. Ölçme aracının geliştirilmesinde literatür tarama, madde oluşturma, içerik geçerliği (uzman görüşüne başvurma), ön deneme ile geçerlik ve güvenirlilik hesaplama aşamaları izlenmiştir. Bir istatistik programı ile yapılan analiz sırasında Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) ile ölçeğin 3 boyuttan oluştuğu saptanmıştır. Araştırmacılar oluşan boyutlardaki soruların ortak noktaları ve uzmanlarla yaptıkları görüş alışverişlerinden sonra sırasıyla bu boyutlara 'Öğrenme Öğretme Süreçlerinde Matematiksel Kavram Yanılgıları Farkındalığı', 'Matematik Öğrenme Alanlarına Özgü Kavram Yanılgıları Farkındalığı', 'Bilişsel ve Kavramsal Farkındalık' isimlerini vermişlerdir. Ayrıca ölçeğin Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) değerinin 0.97 ve iç tutarlık katsayı (Cronbachalpha) değerinin $\alpha=0.97$ olduğu görülmüştür. Elde edilen bulgular ile ölçeğin geçerli ve güvenilir bir yapıya sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) ile elde edilen sonuçlar mükemmel uyum değerlerine sahip olmasa da kabul edilebilir sınırlar içinde olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler

Kavram yanılgısı
Matematik
Matematiksel kavram yanılgısı
Sınıf öğretmeni

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 17.01.2023
Kabul Tarihi: 21.07.2023
E-Yayın Tarihi: 31.08.2023

¹Prof. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, Türkiye, vtoptas@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8852-1852>

² Doktora Öğrencisi, Kırıkkale Üniversitesi, Türkiye, busrausluoglu38@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7152-6419>

Giriş

Bireylerin sorunlara karşı çözüm üretmesinin en temel yolu sorunun farkına varıp tanımlamasından geçmektedir. Herhangi bir konuda sorun fark edildiğinde ana hatları belirlenir ve çözüme giden yollar tek tek irdelenir. Matematik öğretiminde ise Polya'nın stratejisi, bir problemi çözüme kavuşturmaya ilişkin oldukça kullanışlıdır. George Polya problem çözme sürecini dört aşamalı süreç ile tanımlamıştır. Bunlar; problemin anlaşılması, çözümle ilgili stratejinin seçilmesi, seçilen stratejinin uygulanması ve çözümün değerlendirilmesidir (Polya, 1957). Bu sadece matematiksel problemlere ilişkin değil tüm hayatı kapsayan bir çözüm üretme sürecidir. Kişinin kendi hayatındaki sorunları fark edebilmesi ve kendi çözümlerini üretebilmesi için bu beceriyi temelden yani çocukluktan edinmiş olması önemlidir. Piaget (2008)'e göre çocuklar sırasıyla, hareket zekaları, benmerkezci düşünce ve akılcı düşünceleri olmak üzere üç dizge ile probleme yaklaşır ve çözüme kavuştururlar. Yani problemi hareket halinde iken keşfederler, kendi ifadeleri ile keşfettiklerini yorumlarlar ve daha sonra da bunu önceki öğrendikleriyle akılcı bir düşünceye dönüştürürler (Mauray, 2008). Bu yüzden sorunların çözümünde ebeveynlere olduğu kadar öğretmenlere de oldukça iş düşmektedir. Öğretmenler önce bireysel sorun ve eksikliklerini fark edip sonrasında çocuklara bunu nasıl yapmaları gerektiği konusunda öğretim yapmalıdırlar. Aslında, çocuklara bilmenin bir “üst” modelini öğretmeliler.

Üstbilis kavramı 1970'li yıllarda Flavel tarafından ortaya atılmış kişinin öğrenmeyi öğrenmesi üzerine odaklanmış bir kavramdır. Flavel, yaptığı çalışmalar sonucunda üstbilisi bellek üzerinde yapılan işlemleri belirtmek, belleğin fonksiyonlarını, sınırlarını açıklamak ve öğrencinin kendi bilişsel süreçleri üzerindeki denetimini açıklaması olarak tanımlamıştır. 1970'lerin sonlarına doğru bu kavram genişletilerek üst bellek yerine üstbilis (metacognition) kavramı kullanılmaya başlanmıştır (Schneider ve Lockl, 2002). Bu kavramın tanınmasıyla birlikte araştırmacıların ‘farkına varma ve farkında olma’ gibi kavramlar da yapılan çalışmaların radarına girmiştir (Özsoy, 2008; Akpunar, 2011; Kalemkuş, 2021; Önen, 2021, Bakkaloğlu ve Toptaş, 2022). Yapılan bazı çalışmalarda (Aşık ve Ertkin, 2019; Sevgi ve Çağlıköse, 2020; Arslan, 2021) bireylerin üstbilis farkındalıklarına yönelik bilişleri ölçülmüş ve kişilerin sorunlarını ele alma ve çözmesi durumları incelenmiştir. Çocukluk döneminde evde ve okulda edinilmesi elzem olan bu farkındalığın matematik gibi önemli bir derste de ele alındığı çalışmalar vardır. Örneğin, Kaplan ve Duran (2016) geliştirdikleri ölçek ile öğrencilerdeki matematiği bilme bilincini yani üstbilisel farkındalığı ölçme ve değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Yapılan bu çalışma bizlere matematiğin, farkındalık kazandırılarak geliştirilebilen bir bilim dalı olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla matematik içerik olarak yalnızca ‘ne’ sorusunun değil aynı zamanda ‘nasıl’ sorusunun da cevaplanması gereken bir alandır. Bu cevaplara ulaşmak için de matematiğin somut dünyadaki karşılığı ve bireylerin zihinlerindeki soyut öğrenmelerin anlamlı olması gerekir. Bilindiği üzere her bireyin zihni farklı bir genişlikte ve algıdadır. Bu yüzden bireyler Neutzing, Pratt ve Parker'ın (2019) da bahsettiği gibi kendi algılarını ve öğrenmelerini bilmeli ve buna göre yol almalıdırlar. Üstbilisel bilgi tam olarak bunu açıklamaktadır. Özellikle matematik gibi dış dünya bilgilerinin bireylerin zihinlerinde anlamlı hale gelmesi üstbilisel bilginin işlevsel olmasıyla yakından ilgilidir. Matematiği öğrenmeye odaklanmakla birlikte öğrenmede var olan sorunları da bilmek ve analiz etmek önemlidir. Buradan hareketle matematik bilmek ve matematiği nasıl bildiğini bilmek arasında fark vardır gibi bir yorum yapılabilir.

Matematik öğretiminde ele alınan sorunlardan birisi de matematiksel kavram yanlışları konusudur. Baki ve Bell (1997)'e göre matematik dersinde bir kavramı tanımlamak zor olabilir. Bir kavramı tanımlamak için bazen onunla ilişkili kavramları da açıklamak gerekir. Örneğin ondalık kesirleri tanımlamak için öncelikle kesir tanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Yani bireyler, kavramları öğrenirken daha önceki ön bilgileri üzerine inşa ederler ve sahip oldukları bu ön bilgileri bazen yeni kavramların öğrenilmesinde zorluk yaşamalarına sebep olur. Smith, Disessa ve Roschelle (1993), kavram yanlışını “sistemik bir şekilde hata üreten öğrenci kavrayışı” olarak tanımlamıştır. Bu durumda öğrencilerin önceki derslerde geliştirdikleri ya da içinde yaşadıkları topluluktan okula getirdikleri hatalar ve kavram yanlışları, matematiksel kavramların sürekli öğrenilmesinde engeller oluşturabilir ve sonuç olarak matematikte başarısızlığa neden olabilir. Kavram yanlışlarının nedenlerini Fransız matematikçi Bernard Cornu üç şekilde açıklamıştır. Bunlar, kendiliğinden olan ve kavramın tarihsel sürecinde karşılaşılan epistemolojik nedenler; kavramı öğrenirken kişisel durumları içeren psikolojik nedenler ve öğretimin şekli, içeriği ve kullanılan yöntemleri içeren pedagojik

nedenlerdir (Akt: Özmantar, Bingölbali ve Akkoç, 2008). Dolayısıyla öğretmenlerde olan kavram yanlışlarının, öğrencilerin kavram yanlışları üzerinde herhangi bir etkisinin olup olmadığını görmek de önemlidir. Borasi (1994) kavram yanlışlarının öğretimde birer sıçrama ya da başlangıç noktası olarak kullanılmasının faydalı olacağını söylemiştir. Bu nedenle, çocukların çoğunun hata yaptığı veya yanlış genellemeler yaptığı kavramsal alanların yanı sıra bunlardan sorumlu olan nedenleri ve bunların nasıl düzeltileceğini belirlemeye ihtiyaç vardır. Özdemir, Bayraktar ve Yılmaz (2017)'a göre kavram yanlışlarının öğretmenler tarafından bilinmesi ve öğrencilerde oluşmaması için gerekli tedbirlerin alınması oldukça önemlidir. Çünkü öğretmenler kavram yanlışlarını ve nedenlerini bilirlerse öğrencilerin olası hatalarını ya da kavram yanlışlarını önleyebilirler. Elbette bunu gerçekleştirebilmenin yolu öğretmenlerin kendi kavram yanlışlarının farkında olup olmadığını veya var olan kavram yanlışlarına ne gibi çözüm getirdikleriyle ilgilidir. Sadi (2007)'ye göre matematiksel kavram yanlışları henüz ortaya çıkmadan sınıf öğretmenlerinin, öğrencilerin zihninde oluşabilecek yanlış kavramaların nedenlerinin farkında olması gerekmektedir. Daha önce de vurgu yapıldığı gibi matematiği yalnızca bilmekle kalmayıp nasıl bildiğimizi veya bilemediğimizi fark etmek de öğrenmenin kalıcı ve anlamlı hale gelmesine katkı sağlar. Öğretimin önde gelen kademelerinden olan ilkökul düzeyi matematik dersinde ise bu tarz öğrenme sorunlarını çözenin ilk basamağı sınıf öğretmenlerinden geçtiği düşünülmektedir. Bunun için de yapılabilecek ilk işin sınıf öğretmenlerinin konu ile ilgili farkındalıklarını ölçmek ve değerlendirmektir. Bu çalışmada sınıf öğretmenlerinin matematikteki kavram yanlışlarına ilişkin farkındalıklarını öğrenmek amacıyla bir ölçek geliştirmek amaçlanmıştır.

Yöntem

Bu bölümde Sınıf Öğretmenlerine Yönelik Matematiksel Kavram Yanılgısı Farkındalık Ölçeğinin Geliştirilmesi: Güvenirlik Çalışmasının hangi aşamalarda yapıldığı ve çalışma grubunun özellikleri sunulmuştur. Katılımcıların matematiksel kavram yanılgısı farkındalıklarını belirlemeye yönelik bir ölçek geliştirmeyi amaçlayan bu araştırmada tarama modeli kullanılmıştır.

Çalışma Grubu

Bu çalışma, 2022-2023 eğitim-öğretim yılında İç Anadolu bölgesindeki bir ilde görev yapmakta olan 524 sınıf öğretmenin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Katılımcı sayısının belirlenmesinde taslak ölçekte ve nihai ölçekte yer alan madde sayıları baz alınmıştır. Literatürde ölçek geliştirme çalışmalarında katılımcı sayısının madde sayısının 5 ila 10 katı olması önerilmektedir (Child, 2006; Doğan ve Başokçu, 2010; Tavşancıl, 2018). Çalışma kapsamında taslak ölçekte 36 madde bulunduğu için ilk etapta 372 ve açımlayıcı faktör analizi sonrasında oluşan nihai ölçekteki 34 madde için de 524 sınıf öğretmenine ulaşılarak ölçeklerdeki madde sayılarının 10 katından daha fazla katılımcıya ulaşılmıştır.

Çalışma grubunu, random örnekleme yöntemi ile belirlenmiş olan, 2022-2023 öğretim yılında MEB'de aktif görev yapmakta olan toplam 524 sınıf öğretmeni (307 kadın, 217 erkek) oluşturmaktadır. Sınıf öğretmenlerinin kıdem yılları 139'unun 0-10 yıl; 138'inin 11-20 yıl ve 247'sinin ise 21 yıl ve sonrası olarak belirlenmiştir. Öğretmenlerin 399'u Eğitim Fakülteleri'nden, 125'i ise Meslek Yüksek Okulları'ndan mezun olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca ölçek içerisinde sınıf öğretmenlerinden 50'si ön lisans, 408'i lisans, 65'i yüksek lisans ve 1'i doktora mezunu olduklarını işaretleyerek güncel eğitim durumlarını belirtmişlerdir.

Verilerin Toplanması

Araştırma kapsamında sınıf öğretmenlerinin matematiksel kavram yanılgısı farkındalıklarını ölçmeyi amaçlayan ölçeğin geliştirilmesi için alan yazında yer alan aşamalar dikkate alınmıştır (Lawshe, 1975; Büyüköztürk, 2011). Dolayısıyla ölçek geliştirme sürecinde şu aşamalar izlenmiştir:

1. *Madde Havuzu Oluşturulması*: Alanyazın taraması yapılarak kavram yanılgısı ve matematiksel kavram yanlışlarına ilişkin alanlar ve alt başlıklar (epistemolojik, psikolojik ve pedagojik) belirlenmiştir. Araştırmacılar ölçek maddelerini hazırlamadan önce matematiksel kavram yanlışlarına ve öğretimle olan ilişkisi hakkında geniş çaplı bir literatür taraması yapmış ve halihazırda yurtiçi ve yurtdışı kaynaklarda yer alan matematikteki kavram yanlışlarına ilişkin çalışmaları incelemişlerdir (Küçük ve Demir, 2009; Türkoğan, Güler, Bülbül ve Danışman, 2015; Mohyuddin ve Khalil, 2016; Özdemir ve Bayraktar, 2017; Mutlu ve Söylemez, 2018; Neidorf vd., 2020). İncelenen

çalışmalardan elde edilen matematikle ilişkilendirilen kavramsal yanılgıları, farkındalıkları ve geliştirilebilecek çözüm önerileri gibi ölçek ifadeleri kavram yanılgısı ve matematik konu çerçevesinde yeniden düzenlenmiş ve toplam 36 ifade ile taslak ölçeğin madde havuzu oluşturulmuştur. Oluşturulan ölçek 5'li Likert tipi ölçektir. Likert tekniğiyle yapılan araçlar, cümleler ve her cümleye verilen cevap formatlarının bir setinden oluşur. Genel olarak tamamen katılıyorum seçeneğinden hiç katılmıyorum seçeneğine doğru beş dereceli bir format kullanılır. Araçtan puanları elde edebilmek için her maddenin puanları toplanır. Tamamen katılıyorum, hiç katılmıyorum gibi beş dereceli cevap formu 1'den 5'e kadar olan değeri ortaya koyar (Tekindal, 2009, s.88). Bu ölçekte de belirlenen olumlu ve olumsuz maddeler 5'li Likert, "hiçbir zaman", "nadiren", "bazen", "sık sık", "her zaman" şeklinde derecelendirilmiştir.

2. *Kapsam Geçerliliğinin Belirlenmesi:* Kapsam geçerliliği, ölçülmek istenen özellikler için kullanılan maddelerin nicelik ve nitelik olarak yeterliliği anlamına gelmektedir. Testi oluşturan maddelerin, ölçülmek istenen davranışı (özelligi) nicelik ve nitelik olarak yeterli olup olmadığını ifade eden kapsam geçerliliğini belirlemede kullanılan mantıksal yollardan biri de Lawshe tekniği olan uzman görüşlerine başvurmadır (Lawshe, 1975; Büyüköztürk, 2011). Bu aşamada araştırmalar oluşturdukları madde havuzunda yer alan ifadeleri derleyip alandaki uzmanlara (biri matematik ve ikisi sınıf eğitimi alanında uzman olmak üzere toplam üç doçent doktor) görüş ve önerilerini alınmak üzere sunulmuştur. Uzmanlar inceledikleri soruların bazılarını birbirleriyle benzer bulduklarını beyan etmişlerdir. Bu yüzden benzer olan ifadeler tek maddede birleştirilmiştir. Ayrıca bazı soruların dil ve anlatımında daha sade bir yola gidilmesini önermişlerdir. Uzmanların değerlendirmeleri ışığında maddeler yeniden gözden geçirilmiş benzer sorular bir araya getirilmiş ya da taslak ölçekten çıkarılmıştır ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Uzmanların ortak görüşleri arasında "kavram yanılgısı" ile "tutum" kavramlarının ayrımını yapılması örnek gösterilebilir. Böylece taslak ölçeğin son hali 34 madde olarak ele alınmıştır. Ölçekte ters madde bulunmamaktadır.

3. *Ölçme Aracının Uygulanması:* Ölçek maddelerinin son halinin test edilmesi amacıyla İç Anadolu bölgesinde görev yapmakta olan 372 sınıf öğretmeni ile pilot gruba uygulama yapılmıştır. Pilot uygulamalarından sonra ölçekten iki madde çıkarılmış ve 34 madde demografik bilgiler ile birlikte İç Anadolu bölgesindeki bir ilde görev yapmakta olan toplamda 524 sınıf öğretmenine uygulanmıştır. Katılımcıların her birine Google Form üzerinden ulaşılmış ve veriler bu platform üzerinden kaydedilmiştir. Katılım süresi ortalama 5 ila 7 dakika sürmüştür.

4. *Yapı Geçerliliğinin Belirlenmesi:* Yapı geçerliliği, ölçülmek istenen niteliklerin ölçülüp ölçülmediğinin araştırılması hakkında bilgi vermektedir (Kurt, 2001). KMO değeri 0.97 ve Bartlett testi sonucu $p = .000$ bulunarak faktör analizine uygunluğu görülen ölçme aracının yapı geçerliliğini belirleyebilmek için sınıf öğretmenleri ve öğretmen adaylarından elde edilen veriler üzerinde açımlayıcı faktör analizi yapılmıştır. Örneklem büyüklüğü için 0.60 KMO değeri yeterli 0.90 ve üzeri KMO değerlerin mükemmel olarak yorumlanmaktadır (Tavşancıl, 2006; Shrestha, 2021). Açımlayıcı faktör analizi araştırmacılarca belirlenen maddeler arasından aynı yapıyı ya da niteliği ölçen maddelerin belirlenerek gruplandırılması ve az sayıdaki bu anlamlı üst yapılarla ölçmenin açıklanmasını amaçlayan bir analiz tekniğidir (Büyüköztürk, 2011). Bu süreçte, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett testi sonuçları, maddelerin ortak faktör varyans değerleri, özdeğer çizgi grafiği, temel bileşenler analizi sonuçlarından yararlanılmıştır. Faktör analizinde varimax (döndürme) tekniği kullanılmıştır. Araştırmadaki tüm analizler bir istatistik programı aracılığıyla yapılmıştır.

5. *Güvenirliliğinin Belirlenmesi:* Veri toplama aracının güvenilirliği Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı analiz edilmiştir. Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı değeri, ölçeğin test puanları arasındaki iç tutarlılığının bir ölçüsüdür ve 0.70 ve üzeri değerler ölçeğin güvenilirliği için yeterli kabul edilmektedir (Büyüköztürk, 2011; Tavakol ve Dennick, 2011; Shrestha, 2021). Ölçeğin Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı 0.972'dir ve bu veri ölçeğin oldukça güvenilir olduğunu belirtmektedir (Adeniran, 2019).

6. *Veri Toplama Aracına Son Şeklinin Verilmesi:* Ölçeğin uygulanması sonrasında ölçekteki bazı maddeler yeniden düzenlenmiş ve ölçeğe son şekli verilmiştir. Ölçeğin son hali 34 maddeden oluşmaktadır. Ölçekte ters madde bulunmamaktadır (EK-1).

Verilerin Analizi

Pilot gruba uygulanan ölçekten alınan sonuçlar ışığında ölçeğin yapı geçerliği için faktör analizi yapılmıştır. Verilerin faktör analizi yapmaya uygun olup olmadığını araştırmak amacıyla (Shrestha, 2021) Kaiser Meyer-Olkin (KMO) testi uygulanmıştır. Verilerin faktör analizine uygun çıkmasından sonra örneklem yeterliliğini incelemek amacıyla Diagonal Anti-image Correlation değerleri incelenmiştir. Diyagonal değerleri 0.40'tan düşük olan maddeler ölçekten çıkarıldıktan sonra evrendeki verilerin çok değişkenli normal dağılımdan gelip gelmediği Barlett testi ile kontrol edilmiştir (Shrestha, 2021). Ölçeğin yapı geçerliğini incelemek amacıyla, değişkenler arasındaki ilişkilerden hareketle faktör bulmaya yönelik bir işlem olan açımlayıcı faktör analizine başvurulmuştur (Büyüköztürk, 2011; Sowden, Schonfeld ve Bianchi, 2022). Ölçek maddelerinin kaç tane önemli faktörü ya da yapıyı ölçtüğüne karar vermek amacıyla faktör öz değerlerine dayalı olarak çizilen çizgi grafiği incelenmiştir. Faktörleştirme tekniklerinden temel bileşenler analizi kullanılmıştır. Ayrıca faktörlerin kendileri ile yüksek ilişki veren maddeleri bulması ve faktörlerin daha kolay yorumlanması amacıyla dik döndürme tekniklerinden varimax (döndürme) tekniği tercih edilmiştir (Büyüköztürk, 2011). Ayrıca farklı bir örneklemden elde edilen veriler üzerinde ise doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır.

Bulgular

Bu bölümde geliştirilen ölçek için yapılan istatistiksel analizler ve elde edilen sonuçlar tablo haline getirilerek yorumlanmıştır.

Açımlayıcı Faktör Analizi

Faktör analizi, testlerin, ölçeklerin ve ölçümlerin geliştirilmesinde, rafine edilmesinde ve değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir araçtır (Williams ve Brown, 2010). Faktör analizi, bir ölçeğin yapı geçerliğini belirlemede kullanılması gereken analizlerden birisidir. Örneklem grubundan elde edilen verilerin faktör analizi yapmak için uygun olup olmadığı Kaiser Meyer Olkin (KMO) katsayısı ve Bartlett küresellik testi ile açıklanabilir (Büyüköztürk, 2011; Çapık, Gözüm ve Aksayan, 2018). Veri setinin faktör analizine uygun olması için KMO değerinin .50'den büyük olması, veri setinin faktör analizine mükemmel bir biçimde uyumlu olması için ise KMO değerinin .90'a yakın değerde olması gerektiği bilinmektedir (Kalaycı, 2006). Çalışmada yapılan analiz sonucunda elde edilen KMO ve Barlett değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Matematiksel kavram yanılıgısı farkındalık ölçeği KMO ve Barlett testi sonuçları

KMO		.970
Küresel Barlett Testi	Ki-Kare	15784.975
	Sd	561
	p	.000

Tablo 1 incelendiğinde KMO değerinin 0.970 olduğu görülmektedir. Bu değere göre faktör analizi yapmak için örneklem büyüklüğünün yeterli olduğu belirlenmiştir. Bartlett testi ise $p = 0.000$ şeklinde anlamlı bulunmuştur. Bu sonuca göre korelasyon matrisi için faktör analizi yapmak uygundur. Ayrıca ölçeğin kaç faktörden oluştuğunu belirleyebilmek için açımlayıcı faktör analizi yapılmıştır. Açımlayıcı faktör analizi, araştırmacının ölçme aracının ölçtüğü faktörlerin sayısı hakkında bir bilgisinin olmadığı, belli bir hipotezi sınamak yerine, ölçme aracıyla ölçülen faktörlerin doğası hakkında bir bilgi edinmeye çalıştığı inceleme türüne denir (Child, 2006; Tavşancıl, 2006). Yapılan ilk analiz sonucunda özdeğeri 1 ve üzerinde olan üç faktör olduğu belirlenmiştir. Yapılan ilk analize ilişkin bulgular Tablo 2'dedir.

Tablo 2. Matematiksel kavram yanılıgısı farkındalık ölçeği açımlayıcı faktör analizi sonuçları

Faktör	Özdeğer	Varyans açıklama yüzdesi (Toplam)	Varyans açıklama yüzdesi (Birikimli)
1	17.841	52.474	52.474
2	3.155	9.279	61.753
3	1.683	4.950	56.704

Tablo 2'ye göre taslak ölçekte özdeğeri 1 ve üzerinde olan üç faktör olduğu görülmektedir. Bu faktörlerin varyansa yaptığı toplam katkı ise %56.704'tür. Tablo 3'te üç faktörden oluşan Matematiksel Kavram Yanılgısı Farkındalık Ölçeği'nin varyans açıklama yüzdeleri verilmiştir.

Tablo 3. Matematiksel kavram yanılgısı farkındalık ölçeği varyans açıklama yüzdeleri

Faktör	Özdeğer	Varyans açıklama yüzdesi (Toplam)	Varyans açıklama yüzdesi (Birikimli)
1	8.687	25.551	25.551
2	7.962	23.419	48.970
3	6.030	17.734	56.704

Tablo 3'te görüldüğü gibi birinci faktörün varyans açıklama yüzdesi 25.551, ikinci faktörün varyans açıklama yüzdesi 23.419, üçüncü faktörün varyans açıklama yüzdesi ise 17.734'tür. Üç faktör ile açıklanan toplam varyans ise 56.704 olarak belirlenmiştir. Çok faktörlü ölçeklerde açıklanan varyansın% 40 ile % 60 arasında olması yeterlidir (Büyüköztürk, 2007). Bu açıklamaya göre ölçeğin açıkladığı Varyans oranının yeterli olduğu açıklanabilir. Matematiksel kavram yanılgısı farkındalık ölçeğinin döndürülmüş temel bileşenler analizi (varimax) sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Matematiksel kavram yanılgısı farkındalık ölçeğinin döndürülmüş bileşen matrisi

Madde No	Faktör-1	Faktör-2	Faktör-3
18	.789		
20	.784		
21	.748		
17	.721		
9	.695		
19	.687		
12	.673		
13	.650		
34	.629		
10	.629		
14	.624		
15	.606		
11	.586		
16	.575		
22	.564		
7	.481		
8	.420		
29		.849	
28		.841	
26		.834	
27		.832	
30		.816	
31		.789	
25		.726	
32		.662	
23		.657	
33		.654	
24		.563	
2			.803
3			.786
1			.773
4			.723
5			.646
6			.609

Tablo 4 incelendiğinde birinci faktörde yer alan maddelerin faktör yükü değerleri 0.78 ile 0.42 arasında; ikinci faktörde yer alan maddelerin faktör yükü 0.84 ile 0.56 arasında ve üçüncü faktördeki maddelerin faktör yükü ise 0.80 ile 0.60 arasında olduğu görülmektedir. Araştırmacıların yapmış olduğu faktör analizi sonucunda birinci faktörde 17, ikinci faktörde 11, üçüncü faktörde ise 6 madde olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar ölçeğin alt boyutlarını isimlendirmişlerdir. Birinci faktör için

“Öğrenme Öğretme Süreçleri Farkındalığı” (Madde 18, 20, 21, 17, 9, 19, 12, 13, 34, 10, 14, 15, 11, 16, 22, 7, 8), ikinci faktör için “Matematik Öğrenme Alanlarına Özgü Farkındalık” (Madde 29, 28, 26, 27, 30, 31, 25, 32, 23, 33, 24) ve üçüncü faktör için “Bilişsel ve Kavramsal Farkındalık” (Madde 2, 3, 1, 4, 5, 6) isimleri uygun görülmüştür. Araştırmacıların geliştirdiği ölçek çalışmada ek olarak sunulmuştur (EK-1). Ayrıca ölçeğin güvenilirlik analizi Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı hesaplanarak yapılmıştır. Matematiksel Kavram Yanılgısı Farkındalık Ölçeği’ne ve alt boyutlarına yönelik hesaplanan Cronbach Alpha güvenilirlik katsayıları Tablo 5’te gösterilmiştir.

Tablo 5. Matematiksel kavram yanılgısı farkındalık ölçeğinin iç tutarlılık katsayıları

Faktör	Madde sayısı	İç tutarlılık sayısı
Öğrenme öğretme süreçlerinde matematiksel kavram yanılgısı farkındalığı	17	.962
Matematik öğrenme alanlarına özgü kavram yanılgısı farkındalığı	11	.953
Bilişsel ve kavramsal farkındalık	6	.883
Ölçek toplam	34	.972

Tablo 5’te Matematiksel Kavram Yanılgısı Farkındalık Ölçeği Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayılarının her bir faktör için aldığı değerlere yer verilmiştir. Ölçeğin toplam güvenilirlik katsayısı 0.97’dir. Bu verilerin değerleri ile ölçeğin oldukça güvenilir olduğu söylenebilir.

Doğrulayıcı Faktör Analizi

Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA), açılımlayıcı faktör analizinde elde edilen iki faktörlü modelin doğrulanıp doğrulanmadığını belirlemek amacıyla ölçekten elde edilen puanlar co-varyans matrisleri incelendi. Doğrulayıcı faktör analizi kullanılan bir istatistik programı ile bir ölçme aracının doğrulayıcı faktör analiziyle test edilmesi için alan yazında, verilerin uyumunu sınamak için birçok uyum değeri bulunmaktadır. Bu uyum değerlerinden en yaygın olarak kullanılanlar: Ki kare, sınanan modelin Karşılaştırmalı Uyum İndeksi (Comperative Fit Index) CFI, modelin açıklanan co-varyans ile gözlenen co-varyansları arasındaki farkların ortalamasını veren Standardize Edilmiş Hataların Ortalama Karekökü (Standartized Root Mean Square Residual) SRMR, Yaklaşık Hataların Ortalama Kare Kökü (Root Mean Square Error of Approximation) RMSEA, Normalleştirilmemiş Uyum İndeksi (Non-Normed Fit Index/ Tucker-Lewis Index-NNFI) (Çokluk vd., 2010). Bu uyum indekslerinden RMSEA .06 veya daha az bir değere, SRMR .08 ya da daha az, CFI, ve NNFI ise .90 ve bir değer model için kabul edilebilir uyumun göstergesi, .95 ve üstü iyi bir uyum indeksi olarak kabul edilmektedir. Buna ek olarak uyum değerleri mükemmel olmasa da örneklem bazında değerlendirilen kabul edilebilir uyum değerleri de bulunmaktadır (Hu ve Bentler, 1999; Schumacker and Lomax 2010). Tablo 6’da iyi, kabul edilebilir uyum değerleriyle birlikte Matematiksel Kavram Yanılgısı Farkındalık Ölçeği’nin doğrulayıcı faktör analizi sonucunda elde edilen uyum değerleri yer almaktadır.

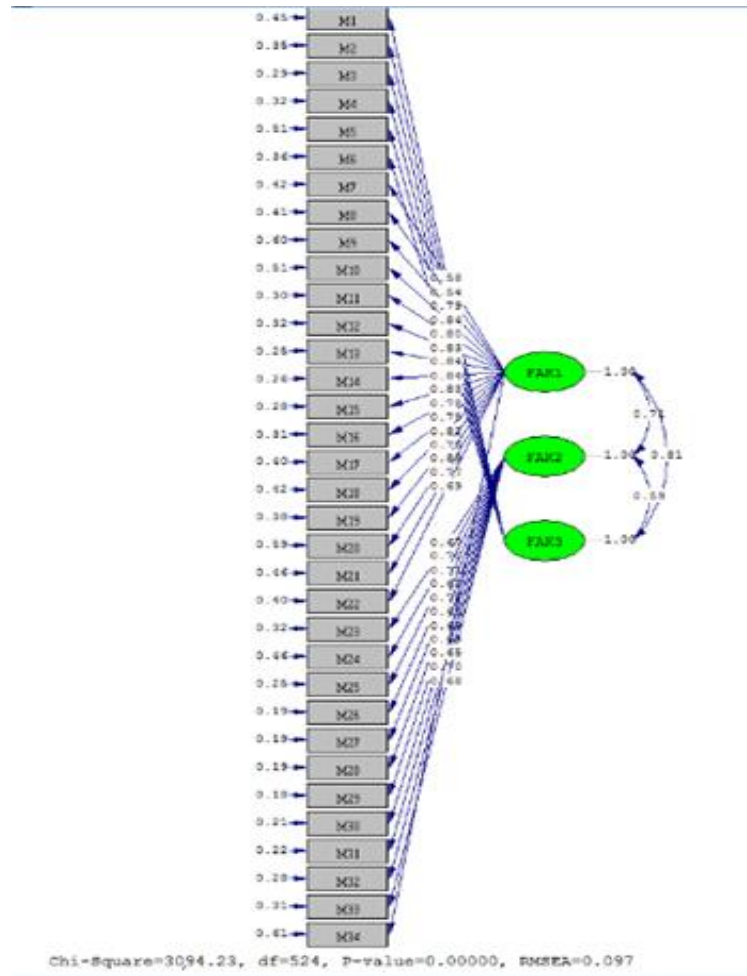
Tablo 6. Matematiksel kavram yanılgısı farkındalık ölçeğinin standart uyum ölçütleri ve uyum değerleri

Uyum ölçütleri	İyi uyum değerleri	Kabul edilebilir uyum değerleri	Önerilen uyum değerleri
RMSEA	0.00<RMSEA<0.05	0.05<RMSEA<0.10	0.097
SRMR	0.00<SRMR<0.05	0.05<SRMR<0.10	0.057
GFI	0.95<GFI<1.00	0.90<GFI<0.95	0.87
AGFI	0.90<AGFI<1.00	0.85<AGFI<0.90	0.88
NFI	0.95<NFI<1.00	0.90<NFI<0.95	0.98
CFI	0.95<CFI<1.00	0.90<CFI<0.95	0.98
RFI	0.90<RFI<1.00	0.85<RFI<0.90	0.97

Tablo 6’ya göre; benzerlik oranı ki-kare istatistiği $X^2=331.17$, $P<0.01$ olarak tespit edilmiştir. Kök ortalama kare yaklaşım hatası (RMSEA)= 0.097; standardize edilmiş kök ortalama kare (SRMR)= 0.057; uyum iyiliği indeksi (GFI)= 0.87; düzeltilmiş uyum iyiliği indeksi (AGFI)= 0.88; formlanmış uyum indeksi (NFI)= 0.98; karşılaştırmalı uyum indeksi (CFI)= 0.98 görel uyum indeksi (RFI)= 0.97 olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar mükemmel uyum (fit) değerlerine sahip olmasa da genel olarak kabul edilebilir sınırlar içinde olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca ki kare/sd

işlemiyle yapılan hesaplama sonucunda ölçeğin veri tabanına mutlak uygunluğunun Bollen (1989)'in hesaplamalarına göre iyi uyum düzeyinde olduğu sonucunu göstermiştir (ki kare/ sd<3).

Matematiksel kavram yanılığısı farkındalık ölçeği ile yapılan doğrulayıcı faktör analizi sonucu elde edilen path diyagramı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Doğrulayıcı faktör analizi Path diyagramı

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Sınıf öğretmenlerinin matematiksel kavram yanılığısı farkındalıklarına ilişkin bir ölçek geliştirmeyi amaçlayan bu çalışmanın sonucunda geçerlik ve güvenilirliği kanıtlanmış 34 maddelik bir matematiksel kavram yanılığısı farkındalık ölçeği oluşturulmuştur. Ölçeğin genel olarak Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı 0.97'dir. Bununla birlikte ölçeğin sınıf öğretmenleri için kullanımının uygunluğu açısından yeterli olduğu söylenebilir. Ölçeğin üç alt boyutu için de iç tutarlılık katsayıları sırasıyla 0.96, 0.95 ve 0.88'dir. Bu değerler ile Emerson'un (2019) çalışmasında yer alan güncel değerlerin uyumlu ve ölçeğin güvenilir olduğu yorumu yapılabilir.

Birinci faktörde yer alan maddeler, kavram yanılığısının pedagojik ve psikolojik alt başlıklarıyla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca bu faktör sınıf öğretmenlerinin matematik dersini öğrenme ve öğretme süreçlerindeki kavram yanılığısına dair farkındalıklarını ne ölçüde açıklığa kavuşturduklarıyla ilgilidir ve “öğrenme öğretme süreçlerinde matematiksel kavram yanılığısı farkındalığı” boyutunu oluşturmaktadır. İkinci faktördeki maddeler, kavram yanılığısının epistemolojik ve psikolojik alt başlıklarıyla ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte bu faktör sınıf öğretmenlerinin matematiğin alt öğrenme alanlarıyla ilgili kavram yanılığısı farkındalıklarının ne ölçüde olduğuyula ilişkilidir. Bu yüzden “matematik öğrenme alanlarına özgü kavram yanılığısı farkındalığı” olarak adlandırılmıştır. Son olarak üçüncü faktör başlığı altında yer alan maddeler,

kavram yanlışlarının pedagojik, psikolojik ve epistemolojik alt başlıklarıyla ve sınıf öğretmenlerinin matematik dersinin bir bilim dalı ve ders olarak bilişsel ve kavramsal öğrenmeye yönelik oluşabilecek kavram yanlışlığı farkındalıklarının ne ölçüde olduğunu açıklamak ile ilişkilendirilmiştir. Bu boyut “bilişsel ve kavramsal farkındalık” olarak adlandırılmıştır. Buradan hareketle ölçek maddelerinin yapısal olarak kavram yanlışlarının matematik ile iç içe hale getirilip tüm alt başlıklarına (epistemolojik, psikolojik ve pedagojik) cevap verebilecek düzeyde olduğu sonucuna ulaşılabılır.

Bu ölçek sınıf öğretmenlerinin matematiğe ilişkin kavram yanlışlarının var olup olmadığı ve var ise bunun farkında olup olmadıklarını ölçmek için hazırlanmıştır. Ayrıca öğretmenlerin kavram yanlışlarının hangi matematik konuları içerisinde olduğu, bu kavram yanlışları ile geçmişte nasıl öğrenim gördükleri ve şimdi nasıl öğretim yaptıklarına dair bir fikir elde etmek için iyi bir araçtır. Bu doğrultuda araştırma kapsamında belirlenen sınıf öğretmenlerinin kavram yanlışlarına ilişkin farkındalıklarının cinsiyet, kıdem yılı, mezun oldukları fakülte ve güncel eğitim durumları gibi çeşitli değişkenlere göre anlamlılık gösterip göstermediğini belirlenmiştir. Böylece öğretmenlerin önceden var olan veya sonrasında oluşabilecek kavram yanlışlarının farkında olarak yaptıkları matematik öğretimini geliştirmeleri amaçlanmıştır. Zembat (2008, s.5), bu konuyla ilgili öğretmenlerin özellikle kavram yanlışlarının daha çok beklenildiği konularda uygun öğretim yöntemleri seçerek yanlışları ortaya çıkarmadan engellemeye yönelik çalışmalar yapmalarının önemli olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bu ölçek eğitim fakültelerinde farklı ana bilim dallarında öğrenim gören öğretmen adayları ve farklı branşlardaki öğretmenlerin matematiksel kavram yanlışları farkındalıklarını ölçme amacıyla da genişletilebilir. Araştırmacıların bu ölçeği geliştirmedeki en önemli amaçları, başta sınıf öğretmenleri olmak üzere alanla ilişkili tüm öğretmenlerde matematiksel kavram yanlışlarına dair bir farkındalık oluşturmak ve öğretimlerinde bunun önüne geçmelerini sağlamaktır.

Çalışma kapsamında yapılan doğrulayıcı faktör analizi sonucunda üç faktörlü modelin yeterli uyum indekslerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, bu ölçeğin sınıf öğretmenlerinin matematiksel kavram yanlışlığı farkındalıklarını ve bu farkındalıkların kavram yanlışlarının hangi alt boyutlarına denk geldiğini ölçebilecek ve kullanılabilir geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu söylenebilir. Hazırlanan ölçek ile birlikte başta sınıf öğretmenleri olmak üzere diğer öğretim kademelerindeki öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının matematik dersine ilişkin önceden oluşmuş veya sonradan öğretim esnasında oluşabilecek kavram yanlışlarını fark etmeleri ve gereken çözüm önerilerini geliştirmeleri esas alınmıştır. Nitekim öğretmenlerin yapacağı öğretim temelinde bilgi, sorun ve çözüm önerileri ile ilgili farkındalıklarının olması yapılan öğretimi daha anlamlı hale getirecektir. Bu ölçeğin kullanılması ile elde edilen verilere bağlı olarak farklı branş ve düzeylerde olan öğretmen ve öğretmen adaylarının matematiğe ilişkin kavram yanlışlığı farkındalıklarını geliştirmeye yönelik farklı çalışmalar yapılabilir.

Kaynakça

- Adeniran, A. O. (2019). Application of Likert scale's type and Cronbach's alpha analysis in an airport perception study. *Scholar Journal of Applied Sciences and Research*, 2(4), 1-5.
- Akpınar, B. (2011). Biliş ve üstbiliş (metabiliş) kavramlarının zihin felsefesi açısından analizi. *Electronic Turkish Studies*, 6(4).
- Arslan, A. (2021). Ortaokul öğrencilerinin akademik motivasyonları ve matematiksel üstbiliş farkındalıkları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Journal of Computer and Education Research*, 9(18), 655-681.
- Aşık, G., ve Erkin, E. (2019). Üstbilişsel deneyimlerin üstbiliş bilgisi ile problem çözme ilişkisindeki aracılık etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 44(197).
- Baki, A. ve Bell, A. (1997). *Ortaöğretim matematik öğretimi*. Ankara: YÖK Yayınları.
- Bakkaloğlu, S., ve Toptaş, V. (2022). Eğitim alanında üstbiliş üzerine yapılan lisansüstü tezlerin içerik analizi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(1), 155-177.
- Bollen, K. A. (1989). A new incremental fit index for general structural equation models. *Sociological Methods & Research*, 17(3), 303-316.
- Borasi, R. (1994). Capitalizing on errors as “spring boards for inquiry”: A teaching experiment. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25 (2).
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*, (14. baskı), Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Child D. (2006) *The essentials of factor analysis*. Continuum.

- Çapık, C., Gözüm, S., ve Aksayan, S. (2018). Kültürlerarası ölçek uyarlama aşamaları, dil ve kültür uyarlaması: Güncellenmiş rehber. *Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi*, 26(3):199-210.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve Lisrel uygulamaları*. Ankara: Pegem Akademi.
- Doğan N. ve Başokçu T. (2010). İstatistik tutum ölçeği için uygulanan faktör analizi ve aşamalı kümeleme analizi sonuçlarının karşılaştırılması. *Eğitimde Psikolojik Ölçme Değerlendirme Dergisi*, 1(2), 65-71.
- Emerson, R. W. (2019). Cronbach's alpha explained. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 113(3), 327-328.
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cut of criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6, 1-55.
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (2004). *LISREL 8.71 for Windows [Computer Software]*. Lincolnwood. IL: Scientific Software International, Inc.
- Kalaycı, S. (2006). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistiksel teknikleri*. Ankara: Asil Publication Distribution.
- Kalemkuş, J. (2021). Bilmeyi bilme: Üstbiliş. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 471-495.
- Kaplan, A., ve Duran, M. (2016). Ortaokul öğrencilerine yönelik matematiksel üstbiliş farkındalık ölçeği: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (32), 1-17.
- Kurt, A. (2014). *Tutum ölçeklerinde yapı geçerliliğinin faktör analizi ile incelenmesi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Küçük, A., ve Demir, B. (2009). İlköğretim 6-8. sınıflarda matematik öğretiminde karşılaşılan bazı kavram yanlışları üzerine bir çalışma. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (13), 97-112.
- Lawshe CH. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology* (28), 563-575.
- Maury, L. (2008). *Piaget ve çocuk*. (N. Sarıca, Çev.). Ankara: De Ki Basım Yayım.
- Mohyuddin, R. G., & Khalil, U. (2016). Misconceptions of students in learning mathematics at primary level. *Bulletin of Education and Research*, 38(1), 133-162.
- Mutlu, Y. ve Söylemez, İ. (2018). Matematiksel kavram yanlışları konusunda yapılmış yüksek lisans ve doktora tezlerinin incelenmesi. *Başkent University Journal of Education*, 5(2), 187-197.
- Neidorf, T., Arora, A., Erberber, E., Tsokodayi, Y., & Mai, T. (2020). *Student misconceptions and errors in physics and mathematics: Exploring data from TIMSS and TIMSS Advanced* (p. 165). Springer Nature.
- Neutzling, M., Pratt, E., & Parker, M. (2019). Perceptions of learning to teach in a constructivist environment. *Physical Educator*, 76(3), 756-776.
- Önen, C. İ. (2021). *Yaygın anksiyete semptomlarının yordanmasında üstbiliş, bilinçli farkındalık ve psikolojik esnekliğin rolü* (Yayınlanmamış Doktora Tezi), İstanbul Kent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Özdemir, B. G., Bayraktar, R., ve Yılmaz, M. (2017). Sınıf ve matematik öğretmenlerinin kavram yanlışlarına ilişkin açıklamaları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 284-305.
- Özmantar, M.F., Bingölbali, E. ve Akkoç, H. (2008). *Matematiksel kavram yanlışları ve çözüm önerileri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Özsoy, G. (2008). Üstbiliş. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(4), 713-740.
- Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Sadi, A. (2007). Misconceptions in numbers, *UGRU Journal*, 5, 1-7.
- Sevgi, S., ve Çağlıköse, M. (2020). Altıncı sınıf öğrencilerinin kesir problemleri çözme sürecinde kullandıkları üstbiliş becerilerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(3), 662-687.
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2010). *A beginners guide to structural equation modeling*. New York: Routledge
- Schneider, W., & Lockl K. (2002). The development of metacognitive knowledge in children and adolescents. In T. Perfect and B. Schwartz (Eds.). *Applied Metacognition*. USA: Cambridge University Press.
- Shrestha, N. (2021). Factor analysis as a tool for survey analysis. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 9(1), 4-11.
- Smith, J., Disessa, A., & Roschelle, J. (1993). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal of the Learning Sciences*, 3, 115- 163.

- Sowden, J. F., Schonfeld, I. S., & Bianchi, R. (2022). Are Australian teachers burned-out or depressed? A confirmatory factor analytic study involving the Occupational Depression Inventory. *Journal of Psychosomatic Research*, 157, 110783.
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53.
- Tavşancıl, E. (2006). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi*. Ankara: Nobel.
- Tavşancıl, E. (2018). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi* (6. Baskı). Ankara: Nobel.
- Tekindal, S. (2009). *Duyuşsal özelliklerin ölçülmesi için araç oluşturma*. Ankara: Pegem Akademi.
- Türkdoğan, A., Güler, M., Bülbül, B., ve Danışman, Ő. (2015). Türkiye'de matematik eğitiminde kavram yanılgılarıyla ilgili çalışmalar: Tematik bir inceleme. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(2), 215-236.
- Williams, B., & Brown, T. (2010). Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices, *Australasian Journal of Paramedicine*, 8(3).
- Yıldızlar, M. (2001). *İlköğretim okulu öğrencileri için matematik problemlerini çözebilme yöntemleri*. Ankara: Eylül Kitap ve Yayınevi.
- Zembat, İ. Ö. (2010). Kavram yanılgısı nedir?. M.F. Özmantar, E. Bingölbali ve H. Akkoç (Ed.), *Matematiksel kavram yanılgıları ve çözümler önerileri*. Ankara; Pegem Yayıncılık.

EK-1 Matematiksel Kavram Yanılgısı Farkındalık Ölçeği

Madde	Hiçbir zaman	Nadiren	Bazen	Sık Sık	Her zaman
1. Matematiksel kavram yanılgısının ne olduğunu açıklayabilirim.					
2. Matematiksel hata ile matematiksel kavram yanılgısını ayırt edebilirim.					
3. Matematik dersinde oluşabilecek kavram yanılgılarına örnek verebilirim.					
4. Matematikteki herhangi bir öğrenme alanında kavram yanılgım varsa fark edebilirim.					
5. Matematik dersi öğretim programı ve ders kitaplarında kavram yanılgısına sebep verebilecek örnekler gösterebilirim.					
6. Matematik öğretiminde oluşabilecek kavram yanılgılarının nasıl giderileceğini bilirim.					
7. Matematiksel kavram yanılgılarının oluşmaması için matematik dersi öncesinde hazırlıklar yapabiliyorum.					
8. Matematik öğretiminde öğrencilerde kavram yanılgısı oluşmadığından emin olurum.					
9. Matematiksel kavram yanılgıları ile ilgili yapılan çalışmaları takip eder ve incelerim.					
10. Matematiksel kavram yanılgılarının çeşitlerini sayabilirim.					
11. Matematiksel kavram yanılgılarının nasıl fark edileceğini bilirim.					
12. Matematikteki belirli bir kuralın veya kavramın diğer öğrenme alanları ile genellenmemesi için hangi tür çalışmalar yapacağımı bilirim.					
13. Öğrencilerin matematiksel kavram yanılgıları varsa hangi çalışmaların etkili olacağını bilirim.					
14. Matematiksel kavram yanılgılarının nedenlerini açıklayabilirim.					
15. Matematikte en çok rastlanılan kavram yanılgılarına örnek verebilirim.					
16. Matematik dersi öncesinde öğrencilerimde ne tür bir kavram yanılgısı olabileceğini kestirebilirim.					
17. Matematiksel kavram yanılgısının olduğu öğrencilerle ilgili veliler ile işbirlikli çalışarak kavram yanılgısını ortadan kaldırabilirim.					
18. Matematiksel kavram yanılgısı olan öğrenciler için özel plan ve program yapabiliyorum.					
19. Öğrencilerin okul öncesinde almış oldukları eğitim öğretim kapsamındaki matematiksel kavram yanılgılarını tespit edebilirim.					
20. Öğrencilerin okul öncesinde dönemlerinde oluşabilecek matematiksel kavram yanılgılarına ilişkin özel çalışmalar yapabiliyorum.					
21. Matematiksel kavram yanılgılarının oluşmasını önlemek amacıyla matematik öğrenme alanlarına ilişkin materyal hazırlayabilirim.					
22. Öğrencilerin matematiksel kavram yanılgılarının üstesinden gelmeleri için motive edebilirim.					
23. Öğrencilerin saymaya ilişkin kavram yanılgılarını (varsa) keşfedebilirim.					
24. Öğrencilerin rasyonel ve ondalık sayılara ilişkin kavram yanılgılarını (varsa) keşfedebilirim.					
25. Öğrencilerin işlem yapmaya ilişkin kavram yanılgılarını (varsa) keşfedebilirim.					
26. Öğrencilerin matematiksel sembollere (+,-,x,÷) ilişkin kavram yanılgılarını (varsa) keşfedebilirim.					
27. Öğrencilerin kesirlere ilişkin kavram yanılgılarını (varsa) keşfedebilirim.					
28. Öğrencilerin geometrik şekillere ilişkin kavram yanılgılarını (varsa) keşfedebilirim.					
29. Öğrencilerin sayı/basamak değerine ilişkin kavram yanılgılarını (varsa) keşfedebilirim.					

30. Öğrencilerin ölçme öğrenme alanına ilişkin kavram yanlışlarını (varsa) keşfedebilirim.					
31. Öğrencilerin veri işleme öğrenme alanına ilişkin kavram yanlışlarını (varsa) keşfedebilirim.					
32. Matematiksel kavramlara ilişkin örnek olan ve olmayan durumları açıklayabilirim.					
33. Matematiksel kavramlarda belirleyici olan ve olmayan özellikleri ayırt edebilirim.					
34. Matematiksel kavram yanlışlarını önlemek amacıyla kavram karikatürü, kavram haritası ve kavram ağı etkinlikleri oluşturabilirim.					

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





Designing Digital Formative Assessment for Entrepreneurial STEM Education¹

Sila KAYA-CAPOCCI²

Abstract

Digital formative assessment can be understood as the integration of formative assessment into lessons by using different digital tools or learning environments and aims to support the progression of students. Although a number of studies have addressed formative assessment and the effectiveness of digital tools, there are very few studies in the literature on how educators should plan to effectively integrate digital formative assessment into the classroom, or how it can be integrated into, the recent trending topic, entrepreneurial STEM education. This paper thus aims to provide educators with information about how to facilitate digital formative assessment in the classroom and support them in planning why and how such assessment can be applied to entrepreneurial STEM issues as an integral part of the teaching and learning process. To do so, first, what entrepreneurial STEM education and digital formative assessment are, and their importance is conceptually discussed. Then, a sample lesson plan was developed and presented on how this integration can be developed within the scope of Assessment of Transversal Skills in STEM (ATS-STEM) and Digital Formative Assessment Frameworks. The paper is finalised with proposing various suggestions to help plan an effective digital formative assessment for entrepreneurship STEM education and eliminate the problems related to the topic. Therefore, the paper concludes by suggesting that pre-service teachers and educators should be trained with the required knowledge, skills and attitudes about STEM education and digital formative assessment, and that they should be adequately equipped to conceptualize, plan, integrate, and implement these topics.

Key Words

Digital learning
Entrepreneurship
Formative assessment
Preservice teacher
STEM education
Teacher education

About Article

Sending date: 18.07.2023
Acceptance date: 01.08.2023
E-Publication date: 31.08.2023

¹ This study is presented in 3. International Conference on Science, Mathematics, Entrepreneurship and Technology Education.

² Assit. Prof. Dr., Agri Ibrahim Cecen University, Türkiye, silakaya@agri.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-2653-855X>

Introduction

An important means of ensuring social development can be considered as supporting personal development. Personal development can be supported by the family and school in the most effective and long-lasting way. As important as the development itself is, how this development is achieved is equally important. Over the past few years, entrepreneurship and STEM education have gained traction as means to support individual and social development. In spite of the differing definitions of entrepreneurship and STEM education in different fields, there are some common benefits that can be derived from them.

STEM education, which receives increasing attention and publications, has positive effects on the individual, the community, and the global level. Among these benefits are contributing to the social, economic and environmental development of a country (Kelley & Knowles, 2016), maintaining a country's economic competitiveness at global level (Corlu, Capraro & Capraro, 2014), ensuring the renewal and development of technologies (Sanders, 2007) and bringing up the required qualified STEM workforce (Nistor, Gras-Velazquez, Billon & Mihai, 2018).

Enterprise education, whose place in the curriculum has been debated and the publication rate has increased since 2004 (Deveci, 2022), also has benefits individually, socially, and globally. Enterprise education can help create students equipped with 21st century skills such as innovation, problem solving, risk taking and adapting to new situations (Adatepe, Kul & Adatepe, 2021; European Commission, 2014; Rindova, Barry & Ketchen, 2009), support individuals' career development (Alvarez & Barney, 2007; Birdthistle, Hynes & Fleming, 2007; Bruyat & Julien, 2001) and increasing awareness on socio-economic issues (Irzik, 2013).

A growing number of disciplines are taking an interest across the world in the integration of entrepreneurship and STEM education, also known as entrepreneurial STEM education (Bosman & Fernhaber, 2019; Elliot, Mavriplis, & Anis, 2020; Ucar, 2019). This may be because it is believed that the development and implementation of STEM practices from an entrepreneurial perspective will yield more effective results than the segregated applications of STEM and entrepreneurship (Kaya-Capocci & Peters-Burton, 2023). The integration, however, has yet to be effectively implemented since it is a new concept. Although entrepreneurship and STEM are reflected as discrete topics, these topics have taken place in the curriculum of different countries (e.g., Department of Education and Skills, 2016; Finnish National Board of Education, 2014; Turkish Board of Education and Discipline, 2013). Since educators are the first implementers of the subjects in the curriculum, their incorporation of these topics into the teaching and learning process in an effective and efficient way is crucial. In order to achieve this, educators need pedagogical competencies and content knowledge on the topic.

Assessments can provide insight into the effectiveness and efficiency of the teaching and learning process as well as the extent of the learning occurrence. From this point of view, assessment has a great role in determining the success of a teaching and learning process. Even though assessment is an integral part of the teaching and learning process (Basol et al., 2013), the assessment is sometimes fully neglected, and sometimes only summative assessment is focused on while neglecting formative assessment (Medland, 2016; Struyven, Dochy & Jansens, 2005). Apart from this, with the development of technology and globalization, the use of digital media and technological devices in education has become widespread. With the emergence of studies showing the effectiveness of these devices in education and the importance of giving feedback to students, digital formative assessment has also started to take its place among research (e.g., Celik, 2021). In addition to increasing student motivation, helping students become responsible and autonomous learners, and developing lifelong learning strategies, digital formative assessment has a significance in increasing student achievement, helping low-achieving students, including individuals with learning disabilities, and supporting high-level learning (Hotaman, 2020; Kaya-Capocci, O'Leary, & Costello, 2022; López-Pastor & Sicilia-Camacho, 2017).

Consequently, entrepreneurial STEM education and digital formative assessment are essential for the advancement of a country's education, society, science, and economy. However, the non-systematic literature review revealed little or no work on how digital formative assessment should be integrated in an interdisciplinary context, particularly into entrepreneurial STEM education. Therefore, this theoretical study aims to inform educators about how digital formative assessment can be implemented in entrepreneurial STEM education in a timely and effective manner as an integral part of

the teaching and learning process, and to support educators in during the planning of the implementation. This study, thus, first introduces entrepreneurship and STEM education and formative assessment and then, explains how digital environments and technological devices can be used as a part of formative assessment in the education-teaching process, and discusses the necessity of this. After discussing the necessity of educators' self-development on these issues, it is explained how formative assessment can be applied in entrepreneurial STEM education through digital environments during the teaching and learning process, and a lesson plan is presented exemplifying how these practices can be developed. The lesson plan was developed based on the ATS-STEM Scientific Framework (McLoughlin, Butler, Kaya, & Costello, 2020) and the Digital Formative Assessment Framework (Kaya-Capocci, O'Leary, & Costello, 2022). This study was completed by providing recommendations for an effective digital formative assessment.

Entrepreneurship and STEM Education

In recent years, the implementation of STEM education has become increasingly prevalent as a formal interdisciplinary education goal for individuals of all ages. This approach rejects the discrete nature of the sciences and supports a paradigm shift towards integration based on similarities between disciplines by embracing a holistic view. STEM education centers, STEM laboratories, STEM schools, STEM programs, and many more STEM-related centers and applications are operationalised worldwide using resources. Although the disciplines and subject areas in STEM education are clearly defined and the term has been used in education programs for over two decades, debates about how these disciplines are brought together still continue (McLoughlin et al., 2020). Researchers use STEM education in different ways, from teaching two or more disciplines together being one discipline a focal point, to teaching four disciplines in an integrated manner by distributing the focus to all four disciplines equally (Bybee, 2013). Although there is still no clear definition of what integrated STEM education is, the definitions are becoming more similar by time (Johnson, 2013). This interdisciplinary approach does more than demonstrating how the content of STEM disciplines can inform each other by showing how STEM design, inquiry, analysis, and 21st century skills can be integrated (Kaya-Capocci & Peters-Burton, 2023).

The integration of STEM education into curricula gained momentum by the end of the 20th century. This integration has been supported in different countries for different reasons. One of the potential reasons for this support would be that the countries with strong and stable economies generally have an effective and successful STEM education (Marginson, Tytler, Freeman, & Roberts, 2013). This may be because STEM education helps people better understand the world and improve a country's economy, scientific knowledge, and technology as the main purpose of STEM education can be viewed as supporting students to deal with the problems they encounter in daily life and find solutions to overcome these problems (Johnson, Peters-Burton, & Moore, 2015; Li, Wang, Xiao, Froyd, & Nite, 2020; McLoughlin, Butler, Kaya, & Costello, 2020). Additionally, integrated STEM education can contribute students develop an integrated perception of the natural and designed world as well as relational connections between concepts by analysing and synthesising the relationships between different concepts (Fortus & Krajcik, 2020). Other reasons for supporting STEM education may include its contribution to the countries' social, economic and environmental development (Kelley & Knowles, 2016) and creating a qualified workforce in STEM fields (Nistor, Gras-Velazquez, Billon & Mihai, 2018).

With the increasing role and importance of innovation in our everyday lives, enterprise education began to gain prominence. However, before discussing enterprise education, it is essential to comprehend what entrepreneurship is, its types, and its use in education. Entrepreneurship is defined from specific and broader perspectives according to the field in which it is studied. Specific definitions of entrepreneurship focus more on starting a business and making a profit, while broader definitions focus on features such as producing something new, an effort to innovate, and entrepreneurial skills. In the education context, Kaya, Erduran, Birdthistle, and McCormack (2018) analysed broader entrepreneurship definitions and defined entrepreneurship as follows:

The process of establishing new economic, social, institutional, cultural and scientific environments or organisations to create future products and services by realising the opportunities and their possible failures and using required resources.

Kaya et al. (2018)

Despite its use in education, the literature shows that most educational studies focus on financial entrepreneurship (e.g., Deveci & Cepni, 2014). This may not be surprising considering that entrepreneurship has been related to economic and administrative sciences for many decades. However, since education faculties are not places where the main aim is to conduct businesses, it is not acceptable to integrate the entrepreneurship without its conceptual adaptation from economics and administrative sciences where entrepreneurship is first viewed from a financial perspective to education. Considering its contribution to countries and the goals of education, giving the focus to social and innovative entrepreneurship in the field of education should be prioritised. The reason for this prioritisation may be better understood looking at the features of social and innovative entrepreneurship. Social entrepreneurship focuses on features such as being equipped with a social mission and vision, creating social values, realising social entrepreneurship opportunities, being innovative, providing resource creation and sustainability, and utilising social networks (Kirilmaz, 2014). Innovative entrepreneurship aims to reach effective and productive results in different areas in order to contribute to social progress as well as individual and regional wealth (Block, Fisch, & Van Praag, 2017). Integrating these entrepreneurship types into education effectively will naturally facilitate the emergence of financial entrepreneurship while contributing the social, scientific and technological development as well as economic development of countries.

In addition to the benefits of utilizing social and innovative entrepreneurship in enterprise education, the integration of entrepreneurship, with different types of entrepreneurship, into education has different advantages. For example, entrepreneurship contributes to raising students who are innovative and problem solver, who can take appropriate risks and adapt to new situations (Adatepe, Kul, & Adatepe, 2021; European Commission, 2014; Hisrich & Peters, 2002; Rindova, Barry & Ketchen, 2009). Integration of entrepreneurship into other disciplines would also support students' career development (Alvarez & Barney, 2007; Bruyat & Julien, 2001; Birdthistle, Hynes & Fleming, 2007), increased awareness of socio-economic issues (Irzik, 2013), development of 21st century skills (Hisrich & Peters, 2002; Volkman, Wilson, Mariotti, Rabuzzi, Vyakarnam, & Sepulveda, 2009) as well as the social and economic progression of countries (Amos & Onifade, 2013).

Innovation becoming more and more important in our daily lives has prompted entrepreneurship and STEM education to become more intertwined. In education, this connection appears in many different forms, such as the idea of identifying the required skills for STEM education through enterprise education. In order to benefit from STEM education more efficiently and effectively, STEM skills need to be brought to the fore and developed further. In a number of studies, these STEM skills are also referred as 21st century skills. One way to reveal STEM skills can be through enterprise education as it prioritises the development of skills (Leffler, 2014) which are similar to the targeted STEM skills.

In recent years, entrepreneurial STEM education has begun to be studied in different disciplines around the world (e.g., Bosman & Fernhaber, 2019; Elliott, Mavriplis, & Anis, 2020; Jackson et al., 2023; Kaya-Capocci & Peters-Burton, 2023). In entrepreneurial STEM education, STEM content is taught through an entrepreneurial lens that promotes the development of an entrepreneurial mindset and intention in STEM. In other words, in entrepreneurial STEM, through an entrepreneurial perspective, STEM knowledge and resources are transformed into digital technologies, scientific inventions and STEM products or services and transferred from the academy to the public (Kaya, 2019; Saravathy, 2001). Entrepreneurial STEM education can help students realise where and how STEM is used in daily life (Pabuccu Akis & Demirer, 2023), which can increase interest and motivation in STEM disciplines (Ucar, 2020). Additionally, students improve their 21st century skills and competencies by being exposed to entrepreneurial STEM education and, they better learn to produce innovative solutions to daily problems by applying these skills in different contexts (Deveci & Cepni, 2014; Jang, 2016; Kaya-Capocci & Ucar, 2023). With the development of an entrepreneurial STEM perspective, students realise new opportunities easier, which can help them to find new job opportunities in the future and advance in their careers (Alvarez & Barney, 2007; Kaya et al., 2018). All these can help students to reveal their full potential (Volkman et al., 2009). Raising citizens with an entrepreneurial STEM perspective can

also contribute to the social, scientific, economic and environmental development of countries. This can help prevent or overcome many problems in the future, such as global epidemics or global warming. STEM outputs that are not used for scientific, economic and technological development and do not benefit the public lose their importance and become forgotten.

Although the entrepreneurial STEM education takes its place in the curriculum, albeit as separate disciplines in undergraduate courses such as "Interdisciplinary Science Teaching", assessment has a key role in determining the effectiveness of this integration. Assessment, particularly formative assessment, is sometimes neglected, yet it maintains its place in education as an integral part of the teaching and learning process (Basol et al., 2013). With the use of digital environments and technological devices in education due to the development of technology and globalisation, digital formative assessment became more significant.

Formative Assessment: Advantages, Disadvantages and Recommendations

The need to increase diversity in assessment practices has been highlighted in various studies. Yet, assessment in higher education is still dominated by summative assessment strategies (Medland, 2016). In Turkey, there is a lack of literature on how formative assessment should be applied to teaching and learning processes, not only in higher education but also at all levels of education. Therefore, in this section, the advantages and disadvantages of formative assessment will be discussed first, and then, suggestions will be provided on how this application can be integrated into classrooms.

Formative assessment commonly refers to in-class processes that aim to collect and use information about students' learning to determine what is needed to support their learning progress (ARG, 2002). Formative assessment can be applied for each learning outcome throughout the learning process. In this type of assessment, factors such as feedback, correction and student participation, which are included in the process and used to determine the quality of education, contribute to the success of teaching (Atilgan, 2017). Formative assessment provides many benefits to the teaching and learning process. Performing such an assessment acts as a stimulant in the education process by providing short and guiding feedback on whether the goals tried to be achieved through educational activities during the learning process have been successfully achieved (Hotaman, 2020). Additionally, formative assessment can increase student motivation, help students become responsible and autonomous learners, and develop lifelong learning strategies as well as enhance student achievement, assist low-achieving students, including individuals with learning disabilities, and support high-level learning (López-Pastor & Sicilia-Camacho, 2017). The benefits of formative assessment may vary depending on how it is applied and the size of the student sample (Bennett, 2011).

As with anything, formative assessment also comes with disadvantages. In a study conducted after six years, López-Pastor and Sicilia-Camacho (2017) found similar results to Bennett (2011). The results referred to the problems such as lack of student and educator experience in formative assessment, lack of educator knowledge about how formative assessment should be applied in schools, and the perception of students and educators about the excessive workload due to the use of digital formative assessment. In order to overcome such problems, studies should be conducted to increase the knowledge, skills and attitudes of educators and students about formative assessment and to use practices utilising this type of assessment. In this sense, as a first step, students and educators should be informed about formative assessment strategies and encouraged to employ these strategies in classroom for the integration of assessment and learning.

William and Thompson (2008) suggested five formative assessment strategies that are widely used in the literature. These strategies are summarised as follows:

1. Clarifying and sharing learning outcomes and success criteria,
2. Designing effective classroom discussions, question-answer activities and learning tasks,
3. Providing feedback that helps progress students' learning,
4. Engaging students as teaching resources for each other (peer assessment), and
5. Activating students as owners of their own learning (self-assessment).

While many international studies have been conducted on formative assessment in STEM-related disciplines, very few studies have been conducted in Turkey. Inaltun and Ates (2018) reviewed

the literature on formative assessment in science education in the Web of Science (WoS) database between 2001 and 2017 and identified 31 studies, only one in the context of Turkey. The authors also listed seven other Turkish studies on the same topic not included in WoS. Aydeniz and Dogan (2016), the only study listed in the WoS database, conducted a study with 53 pre-service science teachers in Turkey examining their pedagogical capacities in formative assessment. The results indicated that the participants failed to successfully identify the false beliefs, limitations and strengths of the students in their justifications. This result may also be an indicator of how limited formative assessment studies are in Turkey. Furthermore, the recent epidemics, natural disasters, and pandemics such as COVID-19 brought up consideration of the more widespread use of digital media and technological tools in education, and therefore in assessment. The next section, thus, introduces digital formative assessment and discusses the means of its implementation.

Digital Formative Assessment: Integration of Technology into Formative Assessment

A number of researchers suggest that online formative assessment should be used to create a learning environment that is student-focused and assessment-centered (Gikandi, Morrow, & Davis, 2011). Digital formative assessment is described as a formative assessment approach that uses all the features of digital learning to support assessment of student progress (Kaya-Capocci, O'Leary, & Costello, 2022; Looney, 2019). To apply digital formative assessment effectively, technology has an important place. Different advantages of using digital formative assessment in the classroom have been identified in the literature. For example, there are benefits associated with complex cognitive processes, including enhanced self-regulation capacity as well as the ones associated with knowledge and achievement including the ability to provide more immediate and purposeful feedback (McLaughlin & Yan, 2017). Furthermore, digital formative assessment enables students to increase their motivation to learn (Bhagat & Spector, 2017) and to support learning without any time and place limitations as it can be used anytime, anywhere (Barana & Marchisio, 2016).

When facilitates effective and immediate feedback and provides participation in critical learning processes and equitable education, online formative assessment serves as an innovative and learner-centered pedagogical approach (Gikandi, Morrow & Davis, 2011). McLaughlin and Yan (2017) reviewed the online formative assessment literature and identified 55 relevant studies published between 2006 and 2016. Excluding the studies identified by Gikandi, Morrow, and Davis (2011), 32 additional studies published from 2010 to 2016 were found. Considering that these 32 studies target primary, secondary, high school and university levels, it can be said that the number of studies on the subject in seven years is very limited. Different studies have been conducted on the use of digital tools for formative assessment. For example, McLaughlin and Yan (2017) provided a list of digital tools that can be used for digital formative assessment. A more extended version of this list with potential uses of the tools is presented by Reynolds, O'Leary, Brown, and Costello (2020). Different studies have also been conducted on the use and effectiveness of the digital tools in the list. For instance, Ismail, Ahmad, Mohammad, Fakri, Nor, and Pa (2019) conducted research comparing Kahoot! and e-Quiz which were included the formerly mentioned list and found Kahoot! more effective formative assessment tool. Similarly, Zhan, Sun, Chan, Chan, Lam, and Lee (2021) compared Kahoot!, Mentimeter, and Google+. The results of the study showed that whilst the majority of respondents doubted the effectiveness of Google+, they showed a positive attitude towards Kahoot! or Mentimeter. Although there are studies showing the effectiveness of using digital tools in formative assessment, these studies also show that educators lack knowledge about how such tools can be integrated into the teaching and learning process.

Few studies in different education fields are also found in Turkish literature. Hotaman (2020) conducted a literature review to evaluate the benefits that can be obtained by applying formative assessment in distance education and bring it to the attention of educators. The review showed that placing formative assessment at the center of online education would make an important contribution to identifying and eliminating learning deficiencies that may arise. Celik and Tepe (2022) investigated the experiences of pre-service teachers in the field of social studies regarding the process of planning lessons using digital assessment tools and implementing these plans in digital environments. The authors found that most content was created at the 7th grade level and the "Quiziz" application was mostly preferred for content creation. In addition to emphasizing the necessity of digitalization in educational practices,

the pre-service teachers stated that educators and pre-service teachers should be more knowledgeable on how to use digital assessment tools and be aware of the importance of using the active learning during formative assessment. Another study conducted by Celik (2021) in the field of social studies researched the experiences of pre-service social studies teachers who use Web 2.0 technologies for assessment. Ozcan (2022) investigated the effect of in-class technology-supported formative assessment competence on educators' classroom management skills. Yilmaz (2017) conducted research on whether mobile technologies can be used to create an in-class formative feedback and assessment system. As seen so far, no study has been found in Turkey directly on how digital formative assessment can be integrated into lesson planning in interdisciplinary fields, particularly entrepreneurial STEM education, and how it can be implemented in the classroom. Within this context, Butler, McLoughlin, O'Leary, Kaya, Brown and Costello (2020) developed the ATS-STEM Framework through their research in nine European countries for the application of digital formative assessment in STEM education. This framework is presented in Figure 1.

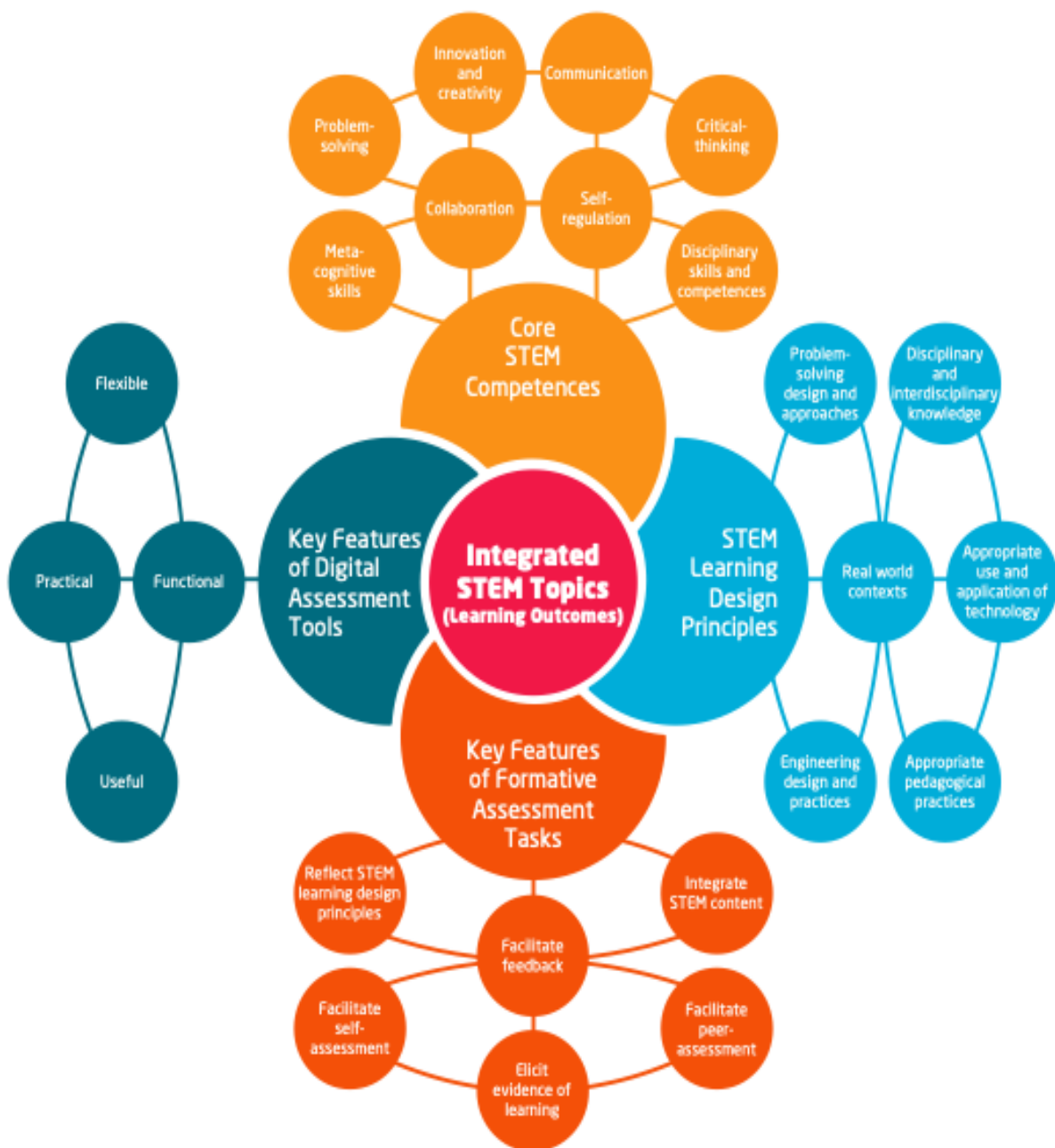


Figure 1. Expanded ATS STEM Conceptual Framework for Integrated STEM Education

Formative Assessment in Science and Mathematics Education (FaSMEd) initiative recommends considering three functions of technological tools to effectively integrate digital tools into teaching and learning processes (European Commission, 2016). These three functions include sending/displaying, processing/analyzing and providing an interactive environment which are briefly introduced below.

1. **Sending and Displaying:** Sharing can be done with students using this function. Content can be displayed to students or sent digitally. By doing so, students' background knowledge can be determined, communication can be established between different actors of the formative assessment process (e.g., student, peer, educator), and students' memorization and student response process can be facilitated.
2. **Processing and Analysis:** Using this function, students can be aware of their mental processes. The content provided by the students is processed and analyzed. This function can be helpful to selectively extract or summarize relevant data and interpret formative assessment by processing or analyzing learner performance based on the success criteria.
3. **Interactive Environment:** This function can provide interaction between different actors in a digital environment. Students can be included in this environment individually, with their peers, or with their educators to explore the content. Digital tools can be used in this process to provide students with an interactive environment and enable them to explore content interactively.

Based on digital formative assessment strategies and the functions of technology, Kaya-Capocci, O'Leary, and Costello (2022) developed and presented the Digital Formative Assessment Framework. This framework is presented in Figure 2.

Formative Assessment Strategies	Digital Technology Functionalities		
	A. Sending and Displaying	B. Processing and Analysing	C. Interactive Environment
1. Clarifying and Sharing Learning Outcomes and Success Criteria	1A	1B	1C
2. Classroom Discussion, Questioning, and Learning Tasks	2A	2B	2C
3. Feedback	3A	3B	3C
4. Peer and Self-Assessment	4A	4B	4C

Figure 2. A framework for conceptualising, planning, and implementing digital formative assessment in higher education

As presented in Figure 2, three functions of technology can be used in conjunction with formative assessment strategies in the context of entrepreneurial STEM education to support student progress. However, educators may need support to plan and implement such strategies and approaches. Therefore, in the next section, a sample lesson plan is developed and presented within the scope of ATS-STEM and Digital Formative Assessment Frameworks to contribute to educators' planning and implementation of digital formative assessment in a timely and effective manner in entrepreneurial STEM education as an integral part of the teaching and learning process.

Step-by-Step Integration: Digital Formative Assessment in Entrepreneurial STEM Education Lesson Plan

Despite being integrated as separate disciplines, entrepreneurship and STEM have been incorporated into the curricula of different countries (e.g., Department of Education and Skills, 2016; Finnish National Board of Education, 2014; Turkish Board of Education and Discipline, 2013). When a subject is included in the curriculum, educators should have the competence to integrate it into their teaching. For example, the recent addition of a compulsory course - Interdisciplinary Science Teaching - to teacher training programs in Turkey in the 2021-2022 academic year aims to bring up well-equipped educators on interdisciplinary approaches that have become widespread worldwide. Entrepreneurship and STEM education can be implemented as part of this course. However, as seen in the literature, educators and pre-service teachers are still not familiar with the concepts of entrepreneurial STEM education, formative assessment, and digital education. Thus, it may not be surprising that difficulties may occur during the planning and implementation of the lessons. The literature presented in the previous sections also supports this inference. To integrate these concepts into lessons, educators must become more familiar with the content and the ways of incorporating that content into lesson plans. A sample lesson plan has been developed in this section to provide educators with explanatory, practical and innovative teaching practices.

General details of lesson plans such as date, name-surname, unit name, are skipped in the lesson plan presented in this section. All the steps of the lesson plan development process were determined based on the themes of the ATS-STEM Framework (Butler, McLoughlin, O’Leary, Kaya, Brown & Costello, 2020) presented in Figure 1. The last step (Step 7) is detailed based on the Digital Formative Assessment Framework (Kaya-Capocci, O’Leary, & Costello, 2022) presented in Figure 2.

Step 1 - Identifying the integrated STEM education topic

In this step, educators can choose which integrated STEM education topic they will focus on based on the content of the following week. It is recommended to select the topics within the scope of the sustainable development goals which has gained importance recently and is supported by the United Nations (2015) to achieve by 2030. The current study is planned for students to select the topic according to the problems they observe in their daily life. This is a more effective method than the educator's deciding on the topic as it requires active participation of the students. In this context, first of all, the following practices are carried out:

- In the previous week, before determining the topic, the educator informs the students about social, innovative and financial entrepreneurship and gives relevant examples.
- The previous week, before determining the topic, the educator conducts a classroom discussion on the features of STEM education.
- The educator asks students to identify three main problems that local people are facing and to bring them to the classroom.
- The educator assigns students a little research on how entrepreneurship and STEM applications can be used to solve these problems.
- The following week, students come to class with a list of problems and solutions to these problems with entrepreneurial STEM.

While clarifying the subject, the educator asks questions about how sustainable development goals are included in the problems identified by the students.

Step 2 – Identifying STEM competencies

STEM competencies are identified after deciding on the topic or its content. In the current activity, one of the eight competencies included in the ATS-STEM Framework was determined as a core competency and the other two as a side competency.

Core competency: Problem solving

Sub-competencies: Critical thinking; Creativity

Step 3 – Determining the learning outcomes

The educator determines the learning outcomes after discussing the topic and selecting the targeted STEM competencies. In the current activity, learning outcomes (LO) were determined as follows:

LO1: Students will be able to notice the problems they encounter in their area (targeting problem solving competence)

LO2: Students will be able to propose a STEM-based creative solution to the problem they have selected using local resources (problem solving and creativity competencies)

LO3: Students will be able to critically evaluate how solving this local problem contributes to the development of society (critical thinking competence)

LO4: Students will be able to analyze how entrepreneurship types contribute to the solution of this local problem (problem solving and critical thinking)

LO5: Students will be able to analyze how STEM education contributes to the solution of this local problem (problem solving and critical thinking)

Step 4 – Deciding on the learning design principles (methods and strategies) to use in STEM education

There are different learning designs that can be used in STEM education (Butler, McLoughlin, O’Leary, Kaya, Brown, & Costello, 2020). Learning designs with different teaching methods and strategies can be adapted in this step, such as the use of appropriate technologies, the engineering design process (EDP), design thinking, and project-based learning. The current study uses appropriate use and application of technologies and EDP (Douglas, Moore, & Adams, 2016). The details of this use are explained further in the sixth step.

Step 5 – Determining success criteria

To determine whether or not targeted learning outcomes have been achieved, success criteria are determined. Learning outcomes and success criteria should be written in a simple, clear and understandable language that the students can make sense of. The aim should be to make learning visible for both students and educators. In the current study, aligned with the learning outcomes presented in Step 3, five success criteria (SC) were determined as follows.

SC1: If the student can identify at least two problems s/he encounters in the local area and explain the reasons for these problems,

SC2: If the student can propose a creative solution to the problem using local resources,

SC3: If the student can discuss the advantages and disadvantages of solving this particular local problem for the society,

SC4: If the student can provide at least two justifications about how solving the local problem contributes to the development of the community,

SC5: If the student can explain, using at least one type of entrepreneurship, how entrepreneurship types contribute to the solution of the local problem,

SC6: If the student can explain, using at least two STEM disciplines, how STEM education contributes to the solution of the local problem, the student will be accepted successful.

It is important to set the success criteria first, as assessment is usually neglected in the teaching and learning process. Here, while SC1 visualises the success of LO1, SC2 visualises the success of LO2, SC3 and SC4 visualises LO3's success, SC5 visualises LO4's success, and SC6 visualises the success of LO5.

Step 6 – Planning the entrepreneurial STEM practice

Since EDP is selected as the learning design in Step 4, the activity is designed according to the phases of EDP. This study follows the phases adopted by Douglas, Moore, and Adams (2016) which is widely used around the world. Identifying an existing problem or deficiency and bringing a creative

solution to this situation is also placed within the scope of enterprise education. It is, however, necessary to move beyond an intellectual design on a piece of paper in order for this process to be considered entrepreneurship. What action is taken and what the content includes determine the type of entrepreneurship adopted in the activity. For example, developing a prototype, that has not been seen before, on a scientific basis indicates the use of innovative entrepreneurship. Sharing the knowledge and findings with the target group benefiting from the solution through a social responsibility project indicates the use of social entrepreneurship. Forming a profit-oriented organization based on the knowledge and findings obtained shows the use of financial entrepreneurship.

- **Define:** Students first define the problem they will target by conducting research in different places such as libraries, digital environments, or by interviewing their families, friends or individuals around them about what kind of daily problems they encounter.
- **Learn:** This stage is for students to learn about the problem. Students try to obtain information about what causes the problem and how it can be solved by using different sources. Here, it is investigated whether there is a solution for the problem which is currently in use. If there is a solution in use, its effectiveness is investigated. Depending on the findings, it is decided either to update and develop the existing solution or to come up with a new solution. The role of STEM disciplines in finding a solution and the required materials should also be researched and discussed.
- **Plan:** This stage is to plan a solution. At this stage, the criteria and constraints to achieve success are reviewed, and different ideas are put forward to solve the problem creatively. Among these ideas, the applicable ones are selected and the preparations for implementation are started. Meanwhile, it is decided on how STEM disciplines will be used at which stage. During the process, materials required, blueprints, steps to be followed in the process, cost calculation (if necessary), and further information that found necessary are planned.
- **Try:** This stage is to try the solutions that are planned previously. The ways of optimizing the work and the potential risks that may be encountered during the application are considered here. The plan is implemented by using the materials laid out in the planning, by following the blueprints and the steps, by keeping the income and outcome under control if any, and by following the further information decided on planning. If a prototype is decided to be developed, it is developed at this stage and checked whether it works. It is aimed that the students internalize how STEM disciplines are used in practice by discussing whether the targeted STEM disciplines are used as envisaged; if not, the reasons for not being used; whether there are STEM disciplines added or removed during the implementation; and if so, the reasons for this change. Students are also asked during this process whether they used any of entrepreneurial knowledge, skills or any of its types in practice. In this way, it is aimed that students internalize how entrepreneurship is used in practice.
- **Test:** This stage is to test the solutions that are tried. Testable questions or hypotheses are considered. The effectiveness of the process is investigated by conducting experiments or applying rubrics. Existing rubrics can be used, or new rubrics can be developed to identify whether the solution met the criteria, constraints, and needs. Apart from this, other suitable methods can also be applied. The data is collected and analyzed in this stage. Also, what went well and what difficulties were encountered about the best solution are identified here.
- **Decide:** This stage is to decide whether a solution is good enough. By looking at the criteria decided at the beginning of the study and considering the test results, the adequacy of the solution is decided. It is checked whether the implemented solutions contribute to the solution of the problem and whether there are difficulties with the implementation of the solutions. Based on these, if the solution has been successful, the solution can be shared with public. If it is not successful, the solution is planned,

implemented, and tested again by discussing how the problems can be solved and how the solution can be improved. This process is iterated until an effective solution is found, and the problem is eliminated.

Providing students with information about entrepreneurship and all STEM disciplines here does not mean that entrepreneurial STEM education is applied. What is important is whether students can utilize entrepreneurial STEM competencies, embrace teaching principles and practice, analyze the situation by taking responsibility for their own learning as well as realize and explain how entrepreneurship and STEM are integrated into the practice. There is also a common misperception that students must do marketing or advertising, start a business, or make profit through their actions in order to integrate entrepreneurship into the teaching and learning process. As emphasized earlier, this is called financial entrepreneurship, and other entrepreneurship types are available to use in the classrooms.

Step 7 – Integrating digital formative assessment into entrepreneurial STEM activity

In this step, the activity suggested in Step 6 is detailed, based on the Digital Formative Assessment Framework (see Figure 2). Formative assessment strategies and the ways in which digital technologies can be applied to the content aligned with these strategies are explained. At this step, the first five steps are taken as they are. Then, digital formative assessment is weaved into to Step 6 and integrated into the lesson. To do so, five formative assessment strategies are implemented through the three functions of technology in Step 6. An example lesson is presented under four main groups (1A/1B/1C, 2A/2B/2C, 3A/3B/3C and 4A/4B/4C) based on the formative assessment strategies. All formative assessment strategies and their integration into a lesson plan through technology are explained and exemplified. EDP and the appropriate use and application of technology are adopted and presented in the lesson plan.

1A/1B/1C: The first formative assessment strategy (clarifying/sharing learning outcomes and success criteria) is used at the very beginning of the lesson through the functions of technology that are processing/analysis and interactive environments. Within this context, at the beginning of the lesson, relevant learning outcomes are shared with the students through Google documents. Projecting on the board falls under the display function which is not used in this plan. This sharing aims to enable students to achieve the learning outcomes whenever they want by increasing students' awareness of potential outcomes. The educator then shares the learning outcomes in Poll Everywhere and asks the students to review and score them in this application according to how much they think the learning outcomes will be challenging for them. According to the results from Poll Everywhere, learning outcomes that are very easy or very difficult, unclear, or have other problems are determined. The educator works with the students on these learning outcomes through a shared Google document, makes the required changes and creates at least one success criterion for each learning outcome. The first formative assessment strategy is thus integrated into an interactive environment.

2A/2B/2C: The second formative assessment strategy (effective class discussions, question-answer activities and learning tasks) are implemented in this part through the functions of sending/displaying, processing/analyzing and interactive environments. This part is integrated into the defining phase of EDP in this study. As part of the sending/display process, students are sent online newspaper news about public issues the day before class to encourage them to think about such everyday issues. Students are asked to analyze the news and then, come to the classroom by conducting their own research and identifying a problem situation the local people are facing. When students come to the lesson, they are divided into groups of 3 and 5 according to the class size. Each group comes together and explains to each other the problem situation they have identified. Students, then, analyze their findings in the group in a pre-arranged Padlet by writing down at least one advantage, one disadvantage of solving this local problem and how each of them will contribute to the development of the community. After completing the fields in the Padlet, the students decide as a group on a problem that they will address by conducting discussion and analysis. If there is not enough time left, each group can start a Whatsapp chat (the educator is also added to the chat) to complete their analysis and decide on the problem using interactive environments.

As part of the learning phase of EDP, students conduct research on the history and current status of the problem they have chosen to tackle. If there is a solution in use, its effectiveness is analyzed. According to their findings, the students decide to update and develop the existing solution or to search

for a new solution. Students create an e-portfolio and collect the data and the information in this portfolio. Within the group, students analyze and discuss the data and propose different and creative solutions accordingly. Students also explore, collect and discuss the role STEM disciplines and entrepreneurship in reaching these solutions and the materials to use in the same e-portfolio. Then, students move to the next phase of EDP, the planning phase. Students begin to plan different solutions to overcome the identified local problem by finding a new, creative way or improving the existing option with a creative approach. These plans are again saved in the e-portfolio. Students discuss possible solutions to the problem in their WhatsApp groups used as an interactive environment. The students, who move on to the trying phase of EDP, start to put their solution into practice and create and share a video of their trials. This video includes a prototype they developed to solve the problem or an environment that represents how they would solve the problem. The video also reflects the potential risks that can be faced when coming up with a solution.

3A/3B/3C: Students who reach the testing phase of EDP investigate what methods they can use to understand the effectiveness of the applied solutions and the existence of a rubric that focuses on the topic. At this stage, educators also guide students on where to look and what to do. If a relevant rubric is found, this rubric can be used, if not, a new rubric can be developed according to the purpose with the support of the educator. Apart from this, it can be applied if there are other suitable methods. Students share their results with educators and peers. Here, the third formative assessment strategy, providing feedback that supports student progression, is integrated into the lesson using the sending/display and interactive media functions of technology. As part of sending/displaying function, each group receives a 3-minute MP3 recording with personalized feedback via email from the educator. As part of the interactive environment function, the educator organizes a Zoom meeting for each group, answers students' questions and discusses the advantages and disadvantages of the solutions with the students. Amongst others, what went well and what difficulties were encountered during the implementation are discussed at the Zoom meeting.

4A/4B/4C: The adequacy of the solution phase was implemented in this part. Peer and self-assessment, which are the fourth and fifth formative assessment strategies, were integrated into this phase by using technology's processing/analysis and interactive environment functions. It is aimed that students become learning resources for each other and become active as owners of their own learning. As part of the processing/analysis, students watch each other's videos and evaluate the quality of their peers' videos according to the success criteria identified previously. As part of the interactive environment function, students review the feedback provided and in their WhatsApp groups, discuss the strengths and weaknesses of their solutions and how these solutions can be improved further. In this way, the adequacy of the solutions is decided based on the criteria and the obtained test results, the feedback of the educator, and peer and self-assessment results. If the solution has been successful, the solution can be shared with public. If it is not successful, the solution is planned, implemented, and tested again by discussing how the problems can be solved and how the solution can be improved. This process is iterated until an effective solution is found, and the problem is eliminated.

Discussion, Conclusion and Suggestions

The study aimed to inform educators about digital formative assessment, entrepreneurial STEM education and their integration into lesson plans. In the current study, a non-systematic literature review was used. The future studies can investigate the effectiveness of different variables through meta-synthesis. The lesson plan developed in this study aimed to support the development of students in the context of entrepreneurial STEM education by using formative assessment through different digital tools and learning environments. While developing lesson plans, assessment was viewed as an integral part of the teaching and learning process.

Several recommendations to assist the planning of an effective digital formative assessment for interdisciplinary learning, particularly entrepreneurial STEM education, are summarized below:

- Formative assessment should aim to support student progress.
- Learning outcomes and success criteria should be written in a simple and clear language that students can understand and should aim to make learning and success visible.

- If applied in the entrepreneurial STEM education context, the role of entrepreneurship and STEM education should be included in the learning outcomes and success criteria.
- A clear learning outcome (intention) should help students focus on their own learning as well as the content.
- Each learning outcome must have at least one success criterion.
- As well as supporting teamwork rather than individuality, formative assessment (with its five strategies) should be used to help students build on existing STEM ideas and competences to create new ones through entrepreneurship.
- The teaching and learning process must be adapted to meet immediate learning needs.

Through collaborative, interactive, and reflective activities, digital formative assessment can be incorporated into interdisciplinary learning to increase learner engagement and success (Baleni, 2015; Gikandi, Morrow, & Davis, 2011; McLaughlin & Yan, 2017; Petrovic, Pale & Jeren, 2017). Additionally, such activities can help students learn from their mistakes thanks to feedback, which is one of the formative assessment strategies (Barana & Marchisio, 2016) and contribute to improving students' self-regulation (McLaughlin & Yan, 2017). Using digital formative assessment can provide opportunities for self/peer assessment as well as formative and immediate feedback (Baleni, 2015; Gikandi, Morrow, & Davis, 2011). Such assessment can also help develop and review innovative teaching methods to support learning progression (Barana & Marchisio, 2016). Overall, egalitarian education can be supported at a higher level with the effective use of digital formative assessment (Gikandi, Morrow, & Davis, 2011; Reynolds, O'Leary, Brown & Costello, 2020).

Entrepreneurial STEM education, on the other hand, can help students realize where and how STEM is used in everyday life (e.g., Pabuccu Akis & Demirer, 2023), which can increase interest and motivation in STEM disciplines (Ucar, 2020). Furthermore, with this education, students can become equipped with 21st century skills and competencies and by applying them in different contexts, they can produce solutions to daily problems (Deveci & Cepni, 2014; Jang, 2016; Kaya-Capocci & Ucar, 2023). With the development of an entrepreneurial STEM perspective, students can realise and pursue new opportunities more, and this can help them to find new job opportunities in the future and advance in their careers (Alvarez & Barney, 2007; Kaya et al., 2018). All these can help students to reveal their full potential (Volkman et al., 2009). Eventually, raising citizens with an entrepreneurial STEM perspective can contribute to the social, scientific, economic and environmental development of countries.

Overall, for pre-service teachers and educators to adapt to today's global, technological, and innovative world, and to help students adapt to it, they need to be equipped with the necessary knowledge, skills, and attitudes about entrepreneurial STEM education and digital formative assessment. This can be provided through pre-service and in-service education programmes. This study recommends conducting further research on the topic determining the qualification of educators and pre-service teachers to conceptualize, plan and implement digital formative assessment in entrepreneurial STEM education.

References

- Adatepe, S., Kul, M., & Adatepe, E. (2021). Examining entrepreneurship characteristics and reflective thinking levels of pre-service teachers at physical education and sports school. *Education Quarterly Reviews*, 4(3).
- Alvarez, S.A. & Barney, J.B. (2007). Discovery and creation: Alternative theories of entrepreneurial action. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 1(1–2), 11–26.
- Amos, A.A. & Onifade C.A. (2013) The perception of students on the need for entrepreneurship education in teacher education programme. *Global Journal of Human Social Science*, 13(3), 75–80.
- Atilgan, H. (2017). Değerlendirme ve not verme. (Ed. Hakan Atilgan). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (10. Baskı). Ankara: Anı yayıncılık.
- Aydeniz, M. & Dogan, A. (2016). Exploring pre-service science teachers' pedagogical capacity for formative assessment through analyses of student answers. *Research in Science & Technological Education*, 34(2), 125-141.

- Barana, A. & Marchisio, M. (2016). Ten good reasons to adopt an automated formative assessment model for learning and teaching mathematics and scientific disciplines. *Procedia—Soc. Behav. Sci.*, 228, 608–613.
- Basol, G., Cakan, M., Kan, A., Ozbek, O. Y., Ozdemir, D., & Yasar, M. (2013). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Bennett, R. E. (2011) Formative assessment: A critical review. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 18(1), 5-25. Doi: 10.1080/0969594X.2010.513678.
- Bhagat, K.K. & Spector, J.M. (2017). Formative assessment in complex problem-solving domains: The emerging role of assessment technologies. *J. Educ. Technol. Soc.*, 20, 312–317.
- Birdthistle, N., Hynes, B., & Fleming, P. (2007). Enterprise education programmes in secondary schools in Ireland: A multi-stakeholder perspective. *Education+ Training*, 49(4), 265–276. Doi: 10.1108/00400910710754426.
- Block, J. H., Fisch, C. O., & Van Praag, M. (2017). The Schumpeterian entrepreneur: A review of the empirical evidence on the antecedents, behaviour and consequences of innovative entrepreneurship. *Industry and Innovation*, 24(1), 61-95.
- Bosman, L., & Fernhaber, S. (2019). Applying authentic learning through cultivation of the entrepreneurial mindset in the engineering classroom. *Education Sciences*, 9(1), 7.
- Bruyat, C. & Julien, P.A. (2001). Defining the field of research in entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*, 16(2), 165–180. Doi: 10.1016/S0883-9026(99)00043-9.
- Butler, D., McLoughlin, E., O’Leary, M., Kaya, S., Brown, M., & Costello, E. (2020). *Towards the ATS STEM Conceptual Framework*. Dublin: Dublin City University. Doi: 10.5281/zenodo.3673559.
- Bybee, R.W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, VA, USA: NSTA press.
- Celik, T. (2021). Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının Web 2.0 uygulamalarıyla biçimlendirici değerlendirme deneyimlerinin incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 50 (231), 173-198 . Doi: 10.37669/Milliegitim.713075
- Celik, T., & Tepe, T. (2022). Sanal öğrenme ortamlarında sosyal bilgilerde dijital uygulamalar ile biçimsel değerlendirme tasarımları. *Muallim Rifat Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 22-43.
- Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- Department of Education and Skills (2016). *Ireland’s National Skills Strategy 2025*. Dublin: Communications Unit Department of Education and Science.
- Deveci, I. (2022). Review of entrepreneurship education literature in educational contexts: Bibliometric analysis. *Participatory Educational Research*, 9(1), 214-232.
- Deveci, I. & Cepni, S. (2014). Entrepreneurship in science teacher education. *Journal of Turkish Science Education*, 11(2), 161-188.
- Douglas, K.A., Moore, T.J., & Adams, R.S. (2016). *Core engineering design competencies for intermediate and middle grades*. Indiana: Purdue University Research Foundation. Retrieved from: <https://purr.purdue.edu/publications/2203/serve/1/33660?el=1&download=1>.
- Elliott, C., Mavriplis, C., & Anis, H. (2020). An entrepreneurship education and peer mentoring program for women in STEM: mentors’ experiences and perceptions of entrepreneurial self-efficacy and intent. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 16(1), 43-67.
- European Commission (2014). *Entrepreneurship education: A guide for educators*. Brussels: European Commission. Retrieved from <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/7465>.
- European Commission (2016). *Formative Assessment in Science and Mathematics Education (FaSMEd) summary report*. Brussels: European Commission. Retrieved from <https://cordis.europa.eu/docs/results/612/612337/final1-final-fasmed-summary-report-final.pdf>.
- Finnish National Board of Education (2014). *New national core curriculum for basic education: focus on school culture and integrative approach*. Finland: Finnish National Agency for Education. Retrieved from: <https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/new-national-core-curriculum-for-basic-education.pdf>.

- Fortus, D. & Krajcik, J. (2020). Supporting contextualization: Lessons learned from throughout the globe. *Int Perspect Contextualization Sci Educ*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-27982-0,175-183>.
- Gikandi, J. W., Morrow, D., & Davis, N. E. (2011). Online formative assessment in higher education: A review of the literature. *Computers & Education*, 57(4), 2333-2351.
- Hisrich, R.D. & Peters, M.P. (2002). *Entrepreneurship*. New Delhi: McGraw-Hill.
- Hotaman, D. (2020). Online eğitimin başarisi açısından biçimlendirici değerlendirmenin önemi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(73).
- Inaltun, H., & Ates, S. (2018). Fen bilimleri eğitiminde biçimlendirici değerlendirme: Literatür taraması (Formative Assessment in Science Education: A Literature Review). *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty (GUJGEF)*, 38(2).
- Irzik, G. (2013). Introduction: Commercialization of academic science and a new agenda for science education. *Science & Education*, 22(10), 2375–2384.
- Ismail, M. A. A., Ahmad, A., Mohammad, J. A. M., Fakri, N. M. R. M., Nor, M. Z. M., & Pa, M. N. M. (2019). Using Kahoot! as a formative assessment tool in medical education: a phenomenological study. *BMC Medical Education*, 19(1), 1-8.
- Jackson, A., Henry, S., Jackman, K. M., Jones, L., Kamangar, F., Koissi, N., ... & Hohmann, C. F. (2023). A Student-Centered, Entrepreneurship Development (ASCEND) undergraduate summer research program: Foundational training for health research. *CBE—Life Sciences Education*, 22(1), ar13.
- Jang, H. (2016). Identifying 21st century STEM competencies using workplace data. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 284–301.
- Johnson, C.C. (2013). Conceptualizing integrated STEM education editorial. *Sch Sci Math* 113(8):367–368
- Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E., & Moore, T. J. (Eds.) (2015). *STEM road map: A framework for integrated STEM education*. New York, NY, USA: Routledge.
- Kaya, S. (2019). *Enhancing Pre-service Science Teachers' Understanding of How Science Works in Society: The Role of Economics and Entrepreneurship*. Unpublished Ph.D. thesis. The Republic of Ireland: University of Limerick.
- Kaya-Capocci, S., O'Leary, M. & Costello, E. (2022). Towards a Framework to Support the Implementation of Digital Formative Assessment in Higher Education. *Education Science*, 12, 823. <https://doi.org/10.3390/educsci12110823>.
- Kaya-Capocci & Peters-Burton (Eds.). (2023). *Enhancing Entrepreneurial Mindset through STEM Education*. Netherlands: Springer.
- Kaya-Capocci, S. & Ucar, S. (2023). Entrepreneurial STEM for Global Epidemics. In *Integrated Education and Learning*. Netherlands: Springer.
- Kaya, S., Erduran, S., Birdthistle, N., & McCormack, O. (2018). Looking at the social aspects of nature of science in science education through a new lens: The role of economics and entrepreneurship. *Science & Education*, 27(5-6), 457-478.
- Kelley, T. R. & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1-11. Doi: 10.1186/s40594-016-0046-z.
- Kirilmaz, K. S. (2014). Sosyal girişimcilik boyutlarına kuramsal bir bakış. *Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 55-74.
- Leffler, E. (2014). Enterprise learning and school subjects – A subject didactic issue? *Journal of Education and Training*, 1(2), 15-30. <http://dx.doi.org/10.5296/jet.v1i2.5194>.
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., Froyd, J. E., & Nite, S. B. (2020). Research and trends in STEM education: A systematic analysis of publicly funded projects. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 17.
- Looney, J. (2019). Digital Formative Assessment: A Review of the Literature. Available online: <http://www.eun.org/documents/411753/817341/Assess%40Learning+Literature+Review/be02d527-8c2f-45e3-9f75-2c5cd596261d> (accessed on 30 November 2019).

- López-Pastor, V., & Sicilia-Camacho, A. (2017). Formative and shared assessment in higher education: Lessons learned and challenges for the future. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 42(1), 77-97.
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). *STEM: Country comparisons: International comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education*. Australia: Australian Council of Learned Academies.
- McLaughlin, T., & Yan, Z. (2017). Diverse delivery methods and strong psychological benefits: A review of online formative assessment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(6), 562-574.
- McLoughlin E., Butler., D., Kaya, S. & Costello, E. (2020). *STEM Education in Schools: What Can We Learn from the Research?*. Ireland: Dublin City University. Doi:10.5281/zenodo.3673728.
- Medland, E. (2016). Assessment in higher education: drivers, barriers and directions for change in the UK. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 41(1), 81-96. Doi: 10.1080/02602938.2014.982072.
- Nistor, A., Gras-Velazquez, A., Billon, N., & Mihai, G. (2018). *Science, Technology, Engineering and Mathematics education practices in Europe [Scientix Observatory Report]*. Brussels: European Schoolnet. Retrieved from: <http://www.scientix.eu/observatory> on 21.09.2019.
- Ozcan, E. G. (2022). Öğretmenlerin görüşlerine göre teknoloji destekli biçimlendirici değerlendirme yeterliklerinin sınıf yönetimi becerileri üzerindeki etkisi. *Instructional Technology and Lifelong Learning*, 3(2), 225-251.
- Pabuccu Akis, A., & Demirer, I. (2023). Integrated STEM activity with 3D printing and entrepreneurship applications. *Science Activities*, 60(1), 1-11.
- Reynolds, K., O’Leary, M., Brown, M. & Costello, E. (2020). *Digital formative assessment of transversal skills in STEM: A review of underlying principles and best practice*. Dublin: Dublin City University. Doi: 10.5281/zenodo.3673365.
- Rindova, V., Barry, D., & Ketchen, D.J. (2009). Entrepreneurship as emancipation. *Academy of Management Review*, 34(3), 477-491.
- Sanders, M. (2007). Scientific paradigms, entrepreneurial opportunities and cycles in economic growth. *Small Business Economics*, 28(4), 339-354.
- Sarasvathy, S.D. (2001). Causation and effectuation: toward a theoretical shift from economic inevitability to entrepreneurial contingency. *The Academy of Management Review*, 26(2), 243-263.
- Struyven, K., Dochy, F., & Janssens, S. (2005). Students’ perceptions about evaluation and assessment in higher education: A review. *Assessment & evaluation in higher education*, 30(4), 325-341.
- Turkish Board of Education and Discipline (2013). *Turkish science curriculum*. Ankara: Board of Education and Discipline.
- United Nations (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development (A/RES/70/1) Available: <https://goo.gl/ImNES4>. Accessed 23 Jun 2021.
- Ucar, S. (2019). Girişimcilik ve STEM eğitimi. D. Akgündüz (Ed.). *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi içinde* (ss. 97-112). Ankara: Ani Yayıncılık.
- Ucar, S. (2020). *Girişimcilik eğitimi: Temel eğitimden öğretmen eğitimine genel bakış*. Ankara: Akademisyen Kitabevi.
- Volkman, C., Wilson, K.E., Mariotti, S., Rabuzzi, D., Vyakarnam, S., & Sepulveda, A. (2009). *Educating the next wave of entrepreneurs: Unlocking entrepreneurial capabilities to meet the global challenges of the 21st century [A Report of the Global Education Initiative]*. Switzerland: World Economic Forum. Doi: 10.2139/ssrn.1396704.
- William, D. & Thompson, M. (2008). Integrating assessment with learning: What will it take to make it work? In Dwyer, CA, (Ed.), *The Future of Assessment: Shaping Teaching and Learning* (ss. 53-82). New York, NY, USA: Routledge.
- Yilmaz, O. (2017). Formative assessment and feedback in interactive classroom: Usage of mobile technology. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(5 S), 1832-1841.

Zhan, Y., Sun, D., Chan, N. C., Chan, K. W., Lam, T. S., & Lee, T. H. (2021). Enhancing learning engagement through formative e-assessment in general education foundation course tutorials. In *Blended Learning for Inclusive and Quality Higher Education in Asia* (pp.281-300), Singapore: Springer.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





Girişimci STEM Eğitiminde Dijital Biçimlendirici Değerlendirme¹

Sıla KAYA-CAPOCCI²

Özet

Dijital biçimlendirici değerlendirme farklı dijital araçları veya öğrenme ortamlarını kullanarak biçimlendirici değerlendirmenin derslere entegrasyonu olarak adlandırılır ve öğrencilerin gelişimini desteklemeyi amaçlar. Biçimlendirici değerlendirmeyi ve dijital araçların etkililiğini konu alan akademik çalışmalar bulunmasına rağmen, literatürde eğitimcilerin dijital biçimlendirici değerlendirmeyi etkili bir şekilde derse entegre etmek için nasıl bir planlama yapması gerektiğine ya da son günlerde sıklıkla konuşulan girişimci STEM eğitimine nasıl entegre edilebileceğine dair çalışmalar yok denecek kadar azdır. Bu nedenle, bu çalışma dijital biçimlendirici değerlendirmenin derslerde nasıl uygulanabileceğine dair eğitimcileri bilgilendirmeyi ve bu gibi bir değerlendirmenin öğrenme ve öğretim sürecinin içsel bir parçası olarak girişimci STEM konularında nasıl uygulanabileceğinin planlamasını yapabilmek için onları desteklemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, öncelikle girişimci STEM eğitiminin ve dijital biçimlendirici değerlendirmenin ne olduğu ve önemi kavramsal olarak tartışılmış, sonrasında bu entegrasyonun nasıl geliştirilebileceğine dair STEM’de Çapraz Becerilerin Değerlendirilmesi (Assessment of Transversal Skills in STEM - ATS-STEM) ve Dijital Biçimlendirici Değerlendirme Bilimsel Çerçevesi kapsamında örnek bir ders planı geliştirilmiş ve sunulmuştur. Çalışmanın sonunda girişimcilik STEM eğitimi için etkili bir dijital biçimlendirici değerlendirmenin planlanmasına yardımcı olacak çeşitli öneriler sunulmuştur. Konu ile ilgili sorunların giderilmesi için öğretmen adaylarının ve eğitimcilerin STEM eğitimi ve dijital biçimlendirici değerlendirme konusunda gerekli bilgi, beceri ve tutuma sahip olarak yetiştirilmeleri ve bu konuların kavramsallaştırılması, planlaması ve uygulaması konusunda yeterli donanımına sahip olması için bu alanlardaki çalışmaların artırılması önerilerek çalışma sonlandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler

Biçimlendirici değerlendirme
Dijital öğrenme
Girişimcilik
STEM eğitimi
Öğretmen adayı
Öğretmen eğitimi

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 18.07.2023
Kabul Tarihi:01.08.2023
E-Yayın Tarihi:31.08.2023

¹ Bu çalışma, 3. Uluslararası Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Kongresi’nde (3. International Conference on Science, Mathematics, Entrepreneurship and Technology Education) sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

² Dr. Öğrt. Üyesi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Türkiye, silakaya@agri.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-2653-855X>

Giriş

Toplumsal gelişimi sağlamanın en önemli yolunun bireysel gelişimi sağlamak olduğu düşünülebilir. Bireysel gelişim ise en etkili ve kalıcı şekilde aile ve okul tarafından desteklenebilir. Ancak bu gelişimin nasıl sağlanacağı da ayrıca önemlidir. Son yıllarda bireysel gelişim ve toplumsal kalkınmayı desteklemek için girişimcilik ve STEM eğitimi ön plana çıkmaktadır. Farklı alanlarda farklı tanımları bulunan girişimcilik ve STEM eğitiminin faydalarına bakıldığında ise hangi alanda olursa olsun ortak faydaları bulunduğu görülebilir.

Giderek daha fazla ilgi gören ve alanında daha fazla yayın yapılan STEM eğitiminin bireysel, toplumsal ve küresel olarak farklı faydaları bulunmaktadır. Bir ülkenin sosyal, ekonomik ve çevresel kalkınmasına katkıda bulunması (Kelley & Knowles, 2016), dünya çapında görülen ekonomik rekabette geri kalmamaya yardımcı olması (Çorlu, Capraro & Capraro, 2014), teknolojilerin yenilenmesini ve gelişmesini sağlaması (Sanders, 2007) ve STEM alanlarında gerekli görülen nitelikli iş gücünün yetiştirilmesi (Nistor, Gras-Velazquez, Billon & Mihai, 2018) bu faydalar arasında yer almaktadır.

2004 yılı itibariyle eğitim sisteminde öğretim programındaki yeri tartışılan ve konu ile ilgili yayınlarda artış gözlemlenen girişimcilik eğitiminin de (Deveci, 2022) aynı şekilde bireysel, toplumsal ve küresel olarak farklı faydaları bulunmaktadır. Girişimcilik eğitimi sayesinde yenilikçilik, problem çözme, risk alma ve yeni durumlara uyum sağlama gibi 21. yüzyıl becerileri ile donatılmış öğrenciler yetiştirilebileceği (Adatepe, Kul & Adatepe, 2021; Avrupa Komisyonu, 2014; Rindova, Barry & Ketchen, 2009), bireylerin kariyer gelişiminin desteklenebileceği (Alvarez & Barney, 2007; Birdthistle, Hynes & Fleming, 2007; Bruyat & Julien, 2001) ve sosyo-ekonomik konularda farkındalığın daha da artırılabilirliği (Irzik, 2013) düşünülmektedir.

Girişimcilik ve STEM eğitiminin birbirine entegre edilmesiyle ortaya çıkan girişimci STEM eğitimi ise dünya çapında farklı disiplinlerde çalışılmaya başlanmıştır (Bosman & Fernhaber, 2019; Elliott, Mavriplis, ve Anis, 2020; Uçar, 2018). Bu anlamda STEM eğitimi içerisinde girişimci bakış açısıyla etkinliklerin geliştirilmesinin ve uygulanmasının STEM ve girişimciliğin ayrı ayrı uygulanmasından daha etkili bir sonuç vereceği düşünülmektedir (Kaya-Capocci & Peters-Burton, 2023). Buna rağmen, bu entegrasyon yeni bir bakış açısı olduğu için henüz etkili bir şekilde bu entegrasyon gerçekleştirilememiştir. Girişimcilik ve STEM ayrı ayrı konular olarak yansıtılsa da bu konular farklı ülkelerin öğretim programlarında yerini almıştır (örn., Finlandiya Ulusal Eğitim Kurulu, 2014; İrlanda Eğitim Bakanlığı, 2016; Türk Talim ve Terbiye Kurulu, 2013). Öğretim programında yer alan konuların ilk uygulayıcısı eğitimciler olduğu için eğitimcilerin bu konuları etkili ve verimli bir şekilde öğretme ve öğrenme sürecine taşıyabilmesi de önem arz etmektedir. Bunu gerçekleştirebilmek için ise eğitimciler konuyla ilgili pedagojik yeterliliklere ve içerik bilgisine ihtiyaç duymaktadır.

Öğretme ve öğrenme sürecinin ne kadar etkili ve verimli olduğu, yani öğrenmenin ne dereceye kadar gerçekleştiği değerlendirmeler yürütülerek belirlenebilmektedir. Bu açıdan bakıldığında, bir öğretme ve öğrenme sürecinin başarısını belirlemede değerlendirmenin rolü büyüktür. Değerlendirme öğretme ve öğrenme sürecinin ayrılmaz bir parçası olmasına rağmen (Başol vd., 2013), kimi zaman ihmal edilebilmekte, kimi zaman ise biçimlendirici (süreç) değerlendirme ihmal edilerek, sadece özetleyici (sonuç) değerlendirmeye odaklanılmaktadır (Medland, 2016; Struyven, Dochy & Janssens, 2005). Bunun dışında teknolojinin gelişmesi ve küreselleşmeyle birlikte dijital ortamların ve teknolojik cihazların eğitimde kullanımı da yaygınlaşmıştır. Bu cihazların eğitimde kullanımı ve öğrencilere geri bildirimde bulunmanın önemi gibi konuların etkililiğini gösteren çalışmaların da ortaya çıkmasıyla dijital biçimlendirici değerlendirme de araştırmalar arasında yerini almaya başlamıştır (örn., Çelik, 2021). Dijital biçimlendirici değerlendirme, öğrenci motivasyonunu artırmanın, öğrencilerin sorumlu ve özerk öğrenenler olmalarına yardımcı olmanın ve yaşam boyu öğrenme stratejileri geliştirmenin yanı sıra öğrencilerin başarısını artırmak, öğrenme güçlüğü olan bireyler de dahil olmak üzere düşük başarıya sahip öğrencilere yardımcı olmak ve yüksek düzeyde öğrenmeyi desteklemek açısından önemlidir (Hotaman, 2020; Kaya-Capocci, O'Leary & Costello, 2022; López-Pastor & Sicilia-Camacho, 2017).

Tüm bunlardan yola çıkarak, girişimci STEM eğitiminin ve dijital biçimlendirici değerlendirmenin bir ülkenin eğitiminin ilerlemesi ve sosyal, bilimsel ve ekonomik gelişimin sağlanması açısından ayrı ayrı öneme sahip olduğu sonucu çıkarılabilir. Buna rağmen, yapılan

sistemik olmayan literatür taraması, dijital biçimlendirici değerlendirme disiplinlerarası bağlamda, özellikle girişimci STEM eğitimi kapsamına, nasıl entegre edilmesi gerektiğine dair yok denecek kadar az çalışma ortaya koymuştur. Bu nedenle, bu teorik çalışma, eğitimcileri dijital biçimlendirici değerlendirme öğretme ve öğrenme sürecinin ayrılmaz bir parçası olarak sınıflarda girişimci STEM eğitiminde zamanlı ve etkili bir şekilde nasıl uygulanabileceği konusunda bilgilendirmeyi ve uygulamaları kapsayan planlamaların yapılabilmesi için eğitimcilerle destek olmayı amaçlamaktadır. Bunun için bu çalışma öncelikle girişimcilik ve STEM eğitimi tanıtmakta, sonra biçimlendirici değerlendirme tanıtarak dijital ortamların ve teknolojik cihazların biçimlendirici değerlendirme bir parçası olarak eğitim-öğretim sürecine nasıl dahil edilebileceğini açıklamakta ve bunun gerekliliğini tartışmaktadır. Bu konularda eğitimcilerin kendini geliştirmesinin gerekliliği de vurgulanarak tartışıldıktan sonra, teknoloji kullanılarak öğretme ve öğrenme sürecinde biçimlendirici değerlendirme girişimci STEM eğitiminde nasıl uygulanabileceği açıklanmakta ve bu uygulamaların nasıl geliştirilebileceğini örnekleyen bir ders planı sunulmaktadır. Ders planı, ATS-STEM Bilimsel Çerçevesi (McLoughlin, Butler, Kaya, & Costello, 2020) ve Dijital Biçimlendirici Değerlendirme Bilimsel Çerçevesi (Kaya-Capocci, O'Leary, & Costello, 2022) temel alınarak geliştirilmiştir. Bu çalışma, etkili bir dijital biçimlendirici değerlendirme için öneriler sunularak tamamlanmıştır.

Girişimcilik ve STEM Eğitimi

Disiplinler arası bir yaklaşım olan ve her yaşta birey için örgün eğitim hedefi olarak görülmeyle başlayan STEM eğitimi yaklaşımı uygulamaları son yıllarda ivme kazanarak devam etmektedir. Bu yaklaşım, bilimlerin ayrık doğasını reddetmekte ve disiplinler arasındaki benzerliklerden yola çıkarak bütünleşmeye yönelik bir paradigma değişimini desteklemektedir. STEM eğitimi merkezleri, STEM laboratuvarları, STEM okulları, STEM programları ve daha nice STEM ile ilişkili merkezler ve uygulamalar dünya çapında kaynaklar kullanılarak işlerliğe geçirilmektedir. STEM eğitiminde yer alan disiplinler ve konu alanları açık bir şekilde tanımlanmasına ve bu terim yirmi yılı aşkın bir süredir eğitim öğretim programlarında yerini almasına rağmen, bu disiplinlerin nasıl bir araya getirildiğine dair tartışmalar hala devam etmektedir (McLoughlin vd., 2020). Araştırmacılar STEM eğitimi, bir disipline odaklanarak iki veya daha fazla disiplini birlikte öğretmekten, disiplinlerin odağını eşit olarak dağıtarak dört disiplini birbirine entegre olarak öğretmeye kadar farklı şekillerde kullanmaktadır (Bybee, 2013). Bütünleştirilmiş STEM eğitiminin ne olduğuna dair de hala net bir tanım yapılmamasına rağmen, yapılan tanımlar daha birbirine benzer hale gelmektedir (Johnson, 2013). Bu disiplinler arası yaklaşım, STEM disiplinlerinin içeriğinin nasıl birbirine bilgi sağlayabileceğini göstermekten daha fazlasını yaparak, tasarım, sorgulama, analiz ve 21. yüzyıl becerilerini bütünleştirmeyi amaçlamaktadır (Kaya-Capocci & Peters-Burton, 2023).

20. yüzyılın sonlarına gelindiğinde, STEM eğitiminin öğretim programlarına entegrasyonu ivme kazanmaya başlamıştır. Bu entegrasyon farklı ülkelerde farklı nedenlerle desteklenmektedir. Bu desteğin potansiyel gerekçelerinden birisi güçlü ve istikrarlı ekonomilere sahip ülkelerin genellikle etkili ve başarılı bir STEM eğitime sahip olmaları olarak görülebilir (Marginson, Tytler, Freeman ve Roberts, 2013). Genel olarak STEM eğitimi, insanların dünyayı daha iyi anlamalarına ve bir ülkenin ekonomisini, bilimsel bilgilerini ve teknolojisini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır. STEM eğitiminin temel amacı, öğrencilerin günlük yaşamda karşılaştıkları sorunları ele almalarına ve çözümler bularak bu sorunların üstesinden gelmelerine destek olmak olarak görülebilir (Johnson, Peters-Burton ve Moore, 2015; Li, Wang, Xiao, Froyd & Nite, 2020; McLoughlin, Butler, Kaya, & Costello, 2020). Buna ek olarak bütünleştirilmiş STEM eğitimi öğrencilerin doğal ve tasarlanmış dünyanın bütünleşmiş algısına sahip olmalarına ve farklı konseptler arasındaki ilişkileri analiz ve sentez ederek konseptler arası ilişkisel bağlantılar geliştirmesine yardımcı olabilir (Fortus & Krajcik, 2020). STEM eğitimi desteklemenin diğer gerekçeleri arasında ülkelerin sosyal, ekonomik ve çevresel kalkınmanın gelişimine katkıda bulunmak (Kelley & Knowles, 2016) ve STEM alanlarında nitelikli bir iş gücü oluşturmak (Nistor, Gras-Velazquez, Billon & Mihai, 2018) görülebilir.

Yenilikçiliğin (inovasyonun) günlük hayatımızda yerinin ve öneminin artmasıyla, girişimcilik eğitimi de daha ön plana çıkmaya başlamıştır. Ancak girişimcilik eğitiminden önce girişimciliğin ne olduğu, ne gibi çeşitleri olduğu ve eğitimde nasıl kullanılabileceği ile ilgili bilgi edinmekte fayda vardır.

Girişimcilik çalışıldığı alana göre spesifik ve daha geniş bakış açılarıyla tanımlanmaktadır. Spesifik tanımlar daha çok iş kurmaya ve kar elde etmeye odaklanırken, girişimciliğin daha geniş tanımları yeni bir şey üretme, yenilik ortaya koyma çabası ve girişimcilik becerileri gibi özelliklere odaklanmaktadır. Kaya, Erduran, Birdthistle ve McCormack (2018) de girişimciliğin geniş tanımlarını analiz etmiş ve buradan yola çıkarak eğitim açısından girişimciliği şu şekilde tanımlamıştır:

Girişimcilik; fırsatları ve olası başarısızlıklarını fark ederek ve gerekli kaynakları kullanarak geleceğin ürün ve hizmetlerini yaratmak için yeni ekonomik, sosyal, kurumsal, kültürel ve bilimsel çevreler veya organizasyonlar oluşturma sürecidir.

Kaya vd. (2018)

Eğitimde de kullanılmaya başlanmasına rağmen, alanda yapılan çalışmalara bakıldığında, bu çalışmaların daha çok finansal girişimciliğe odaklandığı görülmektedir (örn., Deveci ve Çepni, 2014). Girişimciliğin çıkış noktasının iktisadi ve idari bilimler olduğu göz önüne alındığında, bu şaşırtıcı bir sonuç değildir. Ancak eğitim fakülteleri bir ticarethane olmadığı, bir eğitim kurumu olduğu için bu kavramın iktisadi ve idari bilimlerden doğrudan finansal bir bakış açısıyla alınarak, kavramsal adaptasyonu yapılmadan kullanılması doğru bir yaklaşım olarak kabul edilmemelidir. Ülkelere katkısına ve eğitimin hedeflerine bakıldığında girişimciliğin sosyal ve yenilikçi (inovatif) türlerinin eğitim alanında kullanılmasının daha doğru olacağı söylenebilir. Bunun nedenlerini daha iyi anlamak için sosyal ve yenilikçi girişimciliğe bakacak olursak, sosyal girişimcilikte sosyal temelli misyon ve vizyonla donatılmış olmak, sosyal değerler yaratmak, sosyal girişimcilik fırsatlarını gerçekleştirmek, yenilikçi olmak, kaynak yaratmayı ve sürdürülebilirliği sağlamak ve sosyal ağlardan faydalanmak gibi özelliklere odaklanılmaktadır (Kırılmaz, 2014). Yenilikçi girişimciliğe bakıldığında ise, bu girişimcilik türünün bireysel ve bölgesel zenginlik yaratmanın yanı sıra toplumsal ilerlemeye katkıda bulunmak için farklı alanlarda etkili ve verimli sonuçlar ortaya koymayı hedeflediği görülmektedir (Block, Fisch & Van Praag, 2017). Bu girişimcilik türleri etkili bir şekilde eğitime entegre edildiği zaman finansal girişimcilik de doğal yollarla kendiliğinden açığa çıkacak ve ülkelerin sosyal, bilimsel ve teknolojik gelişiminin yanı sıra ekonomik gelişimine de katkıda bulunacaktır.

Girişimcilik eğitiminde sosyal ve yenilikçi girişimciliğe yer verilmesiyle ortaya çıkan faydaların yanı sıra, girişimciliğe eğitimde yer verilmesinin farklı faydaları da bulunmaktadır. Örneğin, girişimcilik, yenilikçi ve problem çözücü, uygun riskleri alabilen ve yeni durumlara uyum sağlayabilen öğrenciler yetiştirmeye katkıda bulunmaktadır (Avrupa Komisyonu, 2014; Adatepe, Kul & Adatepe, 2021; Hisrich & Peters, 2002; Rindova, Barry & Ketchen, 2009). Girişimciliğin diğer derslerle birleştirilmesinin kariyer gelişimi (Alvarez & Barney, 2007; Bruyat & Julien, 2001; Birdthistle, Hynes & Fleming, 2007), sosyo-ekonomik konularda farkındalığı artırma (Irzik, 2013), 21. yüzyıl becerilerini geliştirme (Hisrich & Peters, 2002; Volkmann, Wilson, Mariotti, Rabuzzi, Vyakarnam & Sepulveda, 2009) ve ülkelerin sosyal ve ekonomik olarak ilerlemesi (Amos & Onifade, 2013) gibi konularda da fayda sağlayabileceği öngörülmektedir.

Yenilikçiliğin (inovasyonun) günlük hayatımızda yerinin ve öneminin artmasıyla, girişimcilik ve STEM eğitimi de birbiriyle daha çok ilişkilendirilmeye başlanmıştır. Bu ilişkilendirme eğitimde farklı şekillerde yapılmaktadır. Bunlardan birisine örnek olarak STEM eğitimi için gereken becerilerin girişimcilik eğitimi aracılığıyla ortaya çıkarılabilmesi düşüncesidir. STEM eğitiminden daha verimli ve etkili bir şekilde faydalanılabilmesi için STEM becerilerinin ön plana çıkarılması, geliştirilmesi gerekmektedir. Bu STEM becerileri bazı kaynaklarda 21. yüzyıl becerileri olarak da karşımıza çıkabilmektedir. STEM becerilerini açığa çıkarmanın bir yolu ise girişimcilik eğitimi olarak görülebilir çünkü girişimcilik eğitiminde (enterprise education) becerilerin geliştirilmesi ön plandadır (Leffler, 2014) ve hedeflenen beceriler girişimcilik becerileriyle benzerlik göstermektedir.

Son yıllarda, girişimci STEM eğitimi dünya çapında farklı disiplinlerde çalışılmaya başlanmıştır (Bosman & Fernhaber, 2019; Elliott, Mavriplis, & Anis, 2020; Jackson vd., 2023; Kaya-Capocci & Peters-Burton, 2023). Girişimci STEM eğitiminde STEM içeriği, STEM'de girişimci bir zihniyet ve niyet geliştirmeyi destekleyen girişimci bir mercek aracılığıyla öğretilir. Başka bir deyişle, girişimci STEM'de girişimci bir bakış açısıyla STEM bilgi ve kaynakları dijital teknolojilere, bilimsel buluşlara ve STEM ürün veya hizmetlerine dönüştürülür ve akademiden halka aktarılır (Kaya, 2019; Sarasvathy,

2001). Girişimci STEM eğitimi, öğrencilerin STEM'in günlük yaşamda nerede ve nasıl kullanıldığını fark etmelerine yardımcı olabilir (örn., Pabuççu Akış & Demirel, 2023), bu da STEM disiplinlerine ilgi ve motivasyonu artırabilir (Uçar, 2020). Ayrıca girişimci STEM eğitimi ile öğrenciler 21. yüzyıl beceri ve yeterlilikleri ile donatılmakta ve bunları farklı bağlamlarda uygulayarak gündelik sorunlara yenilikçi çözüm üretmektedirler (Deveci & Çepni, 2014; Jang, 2016; Kaya-Capocci & Uçar, 2023). Girişimci STEM bakış açısının geliştirilmesiyle, öğrencilerin yeni fırsatların varlığı konusundaki farkındalığı artırılabilir ve bu farkındalık onların gelecekte yeni iş olanakları ortaya çıkarmalarına ve kariyerlerinde ilerlemelerine yardımcı olabilir (Alvarez & Barney, 2007; Kaya vd., 2018). Tüm bunlar, öğrencilerin potansiyellerinin tamamını ortaya koyabilmelerine yardımcı olabilir (Volkman vd., 2009). Girişimci STEM bakış açısına sahip vatandaşlar yetiştirmek, ülkelerin sosyal, bilimsel, ekonomik ve çevresel kalkınmasına da katkıda bulunabilir. Bu da gelecekte küresel salgın hastalıklar veya küresel ısınma gibi birçok sorunun önlenmesine veya üstesinden gelinmesine de yardımcı olabilir. Bilimsel, ekonomik ve teknolojik gelişme için kullanılmayan ve halka fayda sağlamayan STEM çıktıları önemini yitirerek unutulmaktadır.

Girişimci STEM eğitimi “Disiplinler Arası Fen Öğretimi” gibi lisans dersleri aracılığıyla ayrı ayrı disiplinler olarak da olsa eğitim öğretim programında yerini alsada bu entegrasyonun verimliliğini belirlemede değerlendirmenin rolü büyüktür. Değerlendirme, özellikle biçimlendirici değerlendirme, kimi zaman ihmal edilmiş olsa da öğretme ve öğrenme sürecinin ayrılmaz bir parçası olarak eğitimdeki yerini korumaktadır (Başol vd., 2013). Teknolojinin gelişmesi ve küreselleşmeyle birlikte dijital ortamların ve teknolojik cihazların eğitimde kullanıma girmesiyle ise dijital süreç değerlendirmenin önemi dikkatleri çekmeye başlamıştır.

Biçimlendirici Değerlendirme: Avantajları, Dezavantajları ve Öneriler

Değerlendirme uygulamalarında çeşitliliğin artırılması gerektiğine işaret eden pek çok çalışma bulunmaktadır. Ancak, yüksek öğretimdeki değerlendirmeye hâlâ özetleyici (sonuç) değerlendirme stratejileri hakimdir (Medland, 2016). Türkiye’de sadece yüksek öğretimde değil, diğer eğitim seviyelerinde de biçimlendirici değerlendirmenin öğretme ve öğrenme süreçlerine nasıl uygulanması gerektiğine dair literatür eksikliği bulunmaktadır. Bu nedenle bu bölümde öncelikle biçimlendirici değerlendirmenin avantajları ve dezavantajları tartışılacak, sonrasında ise bu uygulamanın sınıflara nasıl entegre edilebileceğine dair öneriler verilecektir.

Biçimlendirici değerlendirme genellikle, öğrencilerin öğrenmelerindeki ilerlemelerini desteklemek için nelerin gerekli olduğunu belirlemek amacıyla öğrencilerin öğrenmeleri hakkında bilgi toplamayı ve kullanmayı hedefleyen sınıf içi süreçleri ifade eder (ARG, 2002). Biçimlendirici değerlendirme, öğrenme süreci boyunca her adımdan ya da kazanımdan sonra uygulanabilir. Bu tür değerlendirmede süreç içerisinde yer alan ve eğitim-öğretimin kalitesini belirlemede kullanılan dönüt, düzeltme ve öğrenci katılımı gibi unsurlar öğretimin başarısına katkı sağlamaktadır (Atılğan, 2017). Sınıf içi eğitim sürecinde biçimlendirici değerlendirmeyi kullanmanın birçok faydası vardır. Bu tür bir değerlendirme gerçekleştirilmesi, öğrenme süreci boyunca eğitsel faaliyetlerle ulaşılmaya çalışılan hedeflere başarılı bir şekilde ulaşıp ulaşılamadığı konusunda kısa ve yönlendirici dönütler sağlayarak eğitim sürecinde uyarıcı bir işlev gösterir (Hotaman, 2020). Buna ek olarak, biçimlendirici değerlendirme, öğrenci motivasyonunu artırmanın, öğrencilerin sorumlu ve özerk öğrenenler olmalarına yardımcı olmanın ve yaşam boyu öğrenme stratejileri geliştirilmesinin yanı sıra öğrencilerin başarısını artırabilir, öğrenme güçlüğü olan bireyler de dahil olmak üzere düşük başarıya sahip öğrencilere yardımcı olabilir ve yüksek düzeyde öğrenmeyi destekleyebilir (López-Pastor & Sicilia-Camacho, 2017). Biçimlendirici değerlendirmenin faydaları, nasıl uygulandığına ve öğrenci örnekleminin büyüklüğüne göre değişebilir (Bennett, 2011).

Her şeyin olduğu gibi biçimlendirici değerlendirmenin de dezavantajları vardır. López-Pastor ve Sicilia-Camacho (2017), altı yıl aradan sonra Bennett’in (2011) çalışmasına benzer bir çalışma yürütmüş ve bu çalışmaların sonucunda benzer bulgulara ulaşmıştır. Bu sonuçlara bakıldığında, biçimlendirici değerlendirme konusunda öğrenci ve eğitmen deneyimi eksikliği, biçimlendirici değerlendirmenin okullarda nasıl uygulanması gerektiğine dair eğitmen bilgisi eksikliği ve öğrencilerin ve eğitmenlerin dijital biçimlendirici değerlendirme kullanımından dolayı ortaya çıkan aşırı iş yükü

algısı gibi sorunlar tespit edilmiştir. Bu tür sorunların üstesinden gelebilmek için biçimlendirici değerlendirme konusunda eğitimci ve öğrencilerin bilgi, beceri ve tutumlarının yükseltilmesini ve bu tür değerlendirmenin yapıldığı uygulamaların artırılmasını destekleyen çalışmalar yapılmalıdır. Bu anlamda, ilk adım olarak öğrenci ve eğitimcilerin biçimlendirici değerlendirme stratejileri konusunda bilgi sahibi olması sağlanarak, sınıf içi uygulamalarla bu stratejilerin değerlendirme ve öğrenmenin entegrasyonu için kullanılması için teşvik edilmelidir.

William ve Thompson (2008) yürüttüğü çalışma sonucunda beş tane biçimlendirici değerlendirme stratejisi önermiş ve bu stratejiler kabul görerek alan yazında yaygın olarak çalışılmıştır. Bu stratejiler aşağıdaki gibi özetlenmektedir:

1. Kazanımları ve başarı kriterlerini netleştirme ve paylaşma;
2. Etkili sınıf içi tartışmaları, soru-cevap etkinlikleri ve öğrenme görevleri tasarlamak;
3. Öğrencilerin öğrenmesini ileriye taşıyan geri bildirimlerde bulunmak;
4. Öğrencileri birbirleri için öğretim kaynakları olarak harekete geçirmek (akran değerlendirmesi);
5. Öğrencileri kendi öğrenmelerinin sahipleri olarak harekete geçirmek (öz değerlendirme).

Dünya çapında STEM ile ilişkili disiplinlerde biçimlendirici değerlendirmenin uygulanmasına yönelik birçok çalışma yapılmasına rağmen, Türkiye’de yürütülen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. İnaltun ve Ateş (2018), 2001 ve 2017 yılları arasında Web of Science (WoS) veri tabanında fen eğitiminde biçimlendirici değerlendirme ile ilgili literatürü gözden geçirmiş ve sadece biri Türkiye bağlamında olmak üzere 31 çalışma tespit etmiştir. Yazarlar ayrıca aynı konuda WoS 'da yer almayan yedi başka Türk çalışmasını da listelemişlerdir. WoS veri tabanında listelenen tek çalışma olan Aydeniz ve Doğan (2016) çalışmasında Türkiye'deki 53 son sınıf fen bilgisi öğretmen adayı ile öğretmen adaylarının biçimlendirici değerlendirme konusundaki pedagojik kapasitelerini inceleyen bir araştırma yürütmüştür. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, katılımcıların öğrencilerin gerekelendirmelerindeki yanlış inanışları, sınırlılıkları ve güçlü yönlerini başarılı bir şekilde belirlemede başarısız oldukları tespit edilmiştir. Bu sonuç, Türkiye’de biçimlendirici değerlendirme araştırmalarının ne kadar sınırlı olduğunun bir göstergesi de olabilir. Biçimlendirici değerlendirmenin sınırlı kullanımına ek olarak son dönemde COVID-19 gibi çeşitli salgınların, pandemilerin ve doğal afetlerin ortaya çıkmasıyla dijital ortamların ve teknolojik araçların da eğitimde, dolayısıyla değerlendirmede, daha yaygın olarak kullanımı gündeme gelmiştir. Buradan yola çıkarak, bir sonraki bölümde dijital biçimlendirici değerlendirme tanıtılacak ve uygulamaları tartışılacaktır.

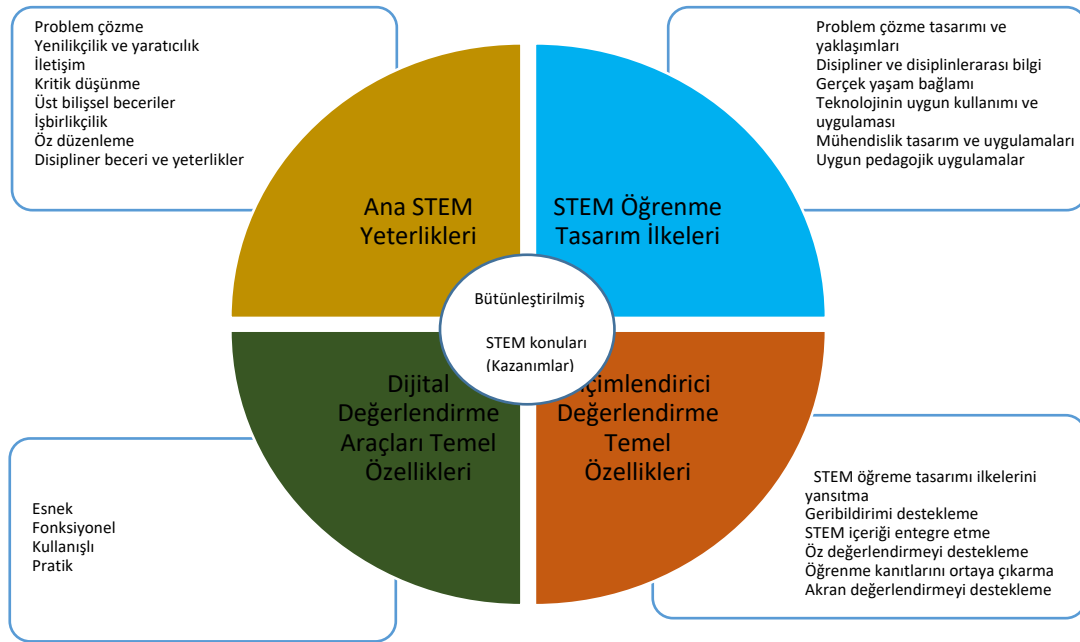
Dijital Biçimlendirici Değerlendirme: Teknolojinin Biçimlendirici Değerlendirmeye Entegrasyonu

Çeşitli araştırmacılar, öğrenci ve değerlendirme merkezli öğrenme ortamları oluşturmak için çevrimiçi biçimlendirici değerlendirmeye odaklanmayı önermektedir (Gikandi, Morrow & Davis, 2011). Dijital biçimlendirici değerlendirme, öğrenci ilerlemesinin değerlendirilmesini desteklemek için dijital öğrenmenin tüm özelliklerini kullanan biçimlendirici değerlendirme yaklaşımı olarak açıklanmaktadır (Kaya-Capocci, O’Leary ve Costello, 2022; Looney, 2019). Bu tür değerlendirmede teknoloji önemli bir yere sahiptir. Dijital biçimlendirici değerlendirmenin sınıf içerisinde kullanılmasının da literatürde farklı avantajları belirlenmiştir. Örneğin, daha anlık ve amaçlı olan geribildirimlerin verilebilmesini de içine alan ve bilgi ve başarı ile ilişkilendirilen faydalarının yanı sıra gelişmiş öz-düzenleme kapasitesinin artmasını da içine alan karmaşık bilişsel süreçler ile ilişkilendirilen avantajları yer almaktadır (McLaughlin & Yan, 2017). Buna ek olarak dijital süreç değerlendirme, öğrencilerin öğrenme motivasyonunun artırılmasını (Bhagat & Spector, 2017) ve her zaman her yerde kullanılabilmesi için zaman ve mekân sınırlandırması olmadan öğrenmeyi destekleyebilmeyi de sağlamaktadır (Barana & Marchisio, 2016).

Çevrimiçi biçimlendirici değerlendirme etkili ve anında geri bildirim, kritik öğrenme süreçlerine katılım ve eşitlikçi eğitimi teşvik sağladığında yenilikçi ve öğrenen merkezli bir pedagojik strateji olarak işlev görmektedir (Gikandi, Morrow & Davis, 2011). McLaughlin ve Yan (2017) çevrimiçi biçimlendirici değerlendirme literatürünü inceleyerek ve 2006 ile 2016 arasında yayınlanan ve konu ile ilişkili görülen 55 çalışma belirlemiştir. Gikandi, Morrow ve Davis' in (2011) belirlediği çalışmalar çıkarıldığında, 2010'dan 2016'ya kadar yayınlanmış 32 ek çalışmaya rastlanmıştır. Bu 32 çalışmanın

ilköğretim, ortaöğretim, lise ve üniversite düzeylerini ele aldığı düşünüldüğünde, yedi yıl içerisinde konu ile ilgili yapılmış çalışmaların çok sınırlı sayıda olduğu çıkarımında bulunulabilir. Biçimlendirici değerlendirmede dijital araçların kullanımına ilişkin farklı çalışmalar yürütülmüştür. Örneğin, McLaughlin ve Yan (2017), dijital biçimlendirici değerlendirme için kullanılabilir dijital araçların bir listesini sunmuştur. Bu listenin potansiyel kullanımlarıyla birlikte daha genişletilmiş bir versiyonu Reynolds, O'Leary, Brown ve Costello (2020) tarafından sağlanmaktadır. Listede yer alan dijital araçların kullanımı ve etkililiği üzerine de farklı çalışmalar yürütülmüştür. Bu listede de yer alan Kahoot! ve e-Quiz, İsmail, Ahmad, Mohammad, Fakri, Nor ve Pa' nin (2019) yürüttükleri çalışmada karşılaştırılmış ve Kahoot!' un daha etkili bir biçimlendirici değerlendirme aracı olduğu bulgusuna ulaşmıştır. Benzer şekilde, Zhan, Sun, Chan, Chan, Lam ve Lee (2019) yaptıkları çalışmada Kahoot!, Mentimeter ve Google+'yi karşılaştırmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar, katılımcıların çoğunluğunun Google+'nin etkililiğinden şüphe ederken Kahoot! veya Mentimeter'e karşı olumlu bir tutum sergilediğini göstermiştir. Biçimlendirici değerlendirmede dijital araçların kullanımının etkililiğini gösteren araştırmalar bulunmasına rağmen, bu araştırmalar eğitimcilerin bu tür araçların öğretme ve öğrenme sürecine nasıl entegre edilebileceğine dair bilgi eksikliğine sahip olduğunu da göstermektedir.

Türkiye literatürüne bakıldığında ise farklı eğitim alanlarında yine sınırlı sayıda çalışma karşımıza çıkmaktadır. Hotaman (2020) biçimlendirici değerlendirmenin uzaktan eğitimde uygulanmasıyla elde edilebilecek faydaları değerlendirip eğitimcilerin dikkatine sunmayı amaçlayan bir literatür taraması yürütmüştür. Literatür taramasının sonucunda biçimlendirici değerlendirmeyi çevrimiçi eğitimin merkezine yerleştirmenin ortaya çıkabilecek öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi ve giderilmesi hususunda önemli bir katkısının olacağı görüşüne varılmıştır. Çelik ve Tepe (2022) sosyal bilgiler alanında öğretmen adaylarının dijital değerlendirme araçları kullanarak dersler planlayıp dijital ortamlarda bu planları uygulama sürecine ilişkin deneyimlerini araştırmıştır. Araştırmanın sonucunda en fazla ders içeriğinin 7. Sınıf düzeyinde oluşturulduğu ve içerik oluşturmada en fazla "Quiziz" uygulamasının tercih edildiği görülmüştür. Öğretmen adayları eğitim uygulamalarında dijitalleşmenin gerekliliğini vurgulamanın yanı sıra eğitimcilerin ve öğretmen adaylarının dijital değerlendirme araçlarının nasıl kullanılacağı konusunda daha fazla bilgiye sahip olması gerekliliği ve bu süreçte aktif öğrenme sürecinin kullanılmasının önemini belirtmiştir. Yine sosyal bilgiler alanında Çelik (2021) tarafından yürütülen bir çalışmada Web 2.0 teknolojilerini değerlendirme sürecinde kullanan sosyal bilgiler öğretmen adaylarının sürece ilişkin deneyimleri araştırılmıştır. Özcan (2022) çalışmasında, sınıf içi teknoloji destekli biçimlendirici değerlendirme yetkinliğinin eğitimcilerin sınıf yönetimi becerileri üzerine etkisini araştırmıştır. Yılmaz (2017) ise araştırmasında sınıf içi biçimlendirici geri bildirim ve değerlendirme sistemi oluşturmak için mobil teknolojinin kullanılabilirliğini araştırmıştır. Yapılan bu çalışmalara bakıldığında dijital biçimlendirici değerlendirmeyi disiplinler arası alanlarda, özellikle girişimci STEM eğitimi kapsamında uygulayabilmek için ders planlamasının nasıl geliştirilebileceğine ve uygulanabileceğine dair bir çalışmaya Türkiye'de rastlanmamıştır. Bu kapsamda, Butler, McLoughlin, O'Leary, Kaya, Brown ve Costello (2020), Avrupa' da dokuz ülkede yürüttüğü çalışma sonucunda, STEM eğitimi kapsamında dijital biçimlendirici değerlendirmenin uygulanabilmesi için ATS-STEM Bilimsel Çerçevesi'ni ortaya koymuştur. Bu çerçeve Şekil 1' de sunulmuştur.



Şekil 1. Bütünleştirilmiş STEM Eğitimi için Genişletilmiş ATS STEM Kavramsal Çerçevesi

Dijital araçları öğretme ve öğrenme süreçlerine entegre ederken teknolojik araçların üç işlevi göz önüne alınarak bu entegrasyonun etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi Fen ve Matematik Eğitiminde Biçimlendirici Değerlendirme (FaSMEd) girişimi (Avrupa Komisyonu, 2016) tarafından önerilmektedir. Bu üç işlev gönderme/görüntüleme, işleme/analiz ve etkileşimli ortam sağlama olarak belirlenmiş ve işlevlerin açıklamaları aşağıda sunulmuştur.

1. Gönderme ve Gösterme: Bu işlev kullanılarak öğrencilerle paylaşım yapılabilir. İçerik öğrencilere gösterilebilir ya da dijital ortamda gönderilebilir. Bu şekilde, öğrencilerin konu ile ilgili geçmiş bilgileri/öğrenmeleri belirlenebilir, biçimlendirici değerlendirme sürecindeki farklı aktörler (örneğin öğrenci, akran, eğitimci) arasında iletişim kurulabilir, öğrencinin anımsama ve cevap süreci kolaylaştırılabilir.
2. İşleme ve Analiz: Bu işlev kullanılarak öğrencilerin zihinsel süreçlerinden haberdar olunabilir. Öğrencilerin sağladığı içerik işlenir ve analiz edilir. Bu şekilde, belirlenen başarı kriterlerine dayalı olarak öğrenen performansını işleyerek ya da analiz ederek ilgili verilerin seçilerek çıkarılmasına veya özetlenmesine ve biçimlendirici değerlendirmenin yorumlanmasına yardımcı olunabilir.
3. Etkileşimli Ortam: Bu işlev kullanılarak dijital bir ortamda eğitimde farklı aktörlerin birbirleriyle etkileşime girmesi sağlanabilir. Öğrenciler, içeriği keşfetmek için bu ortama bireysel olarak, akranları ile veya eğitimcileri ile birlikte dahil edilebilirler. Öğrencilere etkileşimli bir ortam sağlamak ve içeriği etkileşimli olarak keşfetmelerini sağlamak için bu süreçte dijital araçlar kullanılabilir.

Dijital biçimlendirici değerlendirme stratejileri ve teknolojinin işlevlerinden yola çıkarak Kaya-Capocci, O'Leary ve Costello (2022) Dijital biçimlendirici değerlendirme Bilimsel Çerçevesi' ni geliştirmiş ve sunmuştur. Bu çerçeve Şekil 2'de sunulmaktadır.

Bicimlendirici Değerlendirme Stratejileri	Dijital Teknoloji İşlevsellikleri		
	A. Gönderme/Görüntüleme	B. İşleme/analiz etme	C. Etkileşimli ortamlar
1. Öğrenme niyetlerini (kazanımlarını) ve başarı kriterlerini netleştirme/paylaşma ve anlama	1A	1B	1C
2. Etkili sınıf tartışmaları, soru-cevap etkinlikleri ve öğrenme görevleri tasarlama	2A	2B	2C
3. Öğrencileri ileriye taşıyan geri bildirim sağlama	3A	3B	3C
4. Akran ve öz değerlendirme	4A	4B	4C

Şekil 2. Yüksek öğrenimde dijital biçimlendirici değerlendirmeyi kavramsallaştırmak, planlamak ve uygulamak için bilimsel bir çerçeve

Şekil 2’den de anlaşılacağı gibi, teknolojinin bu işlevleri, öğrencinin ilerlemesini desteklemek için girişimci STEM eğitimi bağlamında biçimlendirici değerlendirme stratejileri ile birlikte kullanılabilir. Ancak, eğitimciler bu tür stratejileri ve yaklaşımları planlamak ve uygulamak için desteğe ihtiyaç duyabilir. Bu nedenle, bir sonraki bölümde eğitimcilerin dijital biçimlendirici değerlendirmeyi öğretme ve öğrenme sürecinin ayrılmaz bir parçası olarak sınıflarda girişimci STEM eğitiminde zamanlı ve etkili bir şekilde nasıl uygulanabileceği konusunda planlama ve uygulama yapabilmeye katkıda bulunabilmek için ATS-STEM ve Dijital Biçimlendirici Değerlendirme Bilimsel Çerçeveleri kapsamında örnek bir ders planı geliştirilmiş ve sunulmuştur.

Adım Adım Entegrasyon: Girişimci STEM Eğitiminde Dijital Biçimlendirici Değerlendirme Ders Planı

Girişimcilik ve STEM ayrı ayrı konular olarak yansıtılsa da, bu konular farklı ülkelerin öğretim programlarında yerini almıştır (örn., Finlandiya Ulusal Eğitim Kurulu, 2014; İrlanda Eğitim Bakanlığı, 2016; Türk Talim ve Terbiye Kurulu, 2013). Öğretim programına bir konu dahil edildiğinde, eğitimciler bunu öğretimlerine entegre edebilecek yetkinliğe sahip olmalıdır. Örneğin, 2021-2022 akademik yılı ile birlikte Türkiye’de öğretmen yetiştirme programlarına eklenen “Disiplinler Arası Fen Öğretimi” başlıklı zorunlu bir ders ile de dünya çapında yaygınlaşan disiplinler arası yaklaşımlar konusunda donanımlı eğitimciler yetiştirmek hedeflenmiştir. Bu ders kapsamına girişimcilik ve STEM eğitimi dahil edilebilir. Ancak literatürde de görüldüğü gibi eğitimciler ve öğretmen adayları hala girişimci STEM eğitimi, biçimlendirici değerlendirme ve dijital eğitim kavramlarına yeterince aşina değildir. Bu nedenle, derslerin planlanması ve uygulanması sürecinde zorluklar yaşanabileceği öngörülmektedir ve önceki bölümlerde sunulan alan yazın da bu çıkarımı destekler niteliktedir. Bu kavramları derslere entegre etmek için, eğitimciler içerikle ve bu içeriği ders planlarına dahil etme yollarıyla daha aşina hale gelmelidir. Eğitimcilerle açıklayıcı, pratik ve yenilikçi öğretim uygulamaları sağlamak için bu bölümde örnek bir ders planı geliştirilmiştir.

Bu bölümde sunulan ders planında standart olarak bütün planlarda yer alan tarih, ad-soyad, ünite adı gibi genel ayrıntılar verilmemiştir. Ders planının geliştirilmesi sürecindeki bütün adımlar, Şekil 1’de sunulan ATS-STEM Çerçevesi’nde (Butler, McLoughlin, O’Leary, Kaya, Brown & Costello, 2020) yer alan temalardan yola çıkılarak belirlenmiştir. Son adım (Adım 7’de) ise Şekil 2’de sunulan Dijital Biçimlendirici Değerlendirme Bilimsel Çerçevesi (Kaya-Capocci, O’Leary & Costello, 2022) temel alınarak detaylandırılmıştır.

Adım 1 - Bütünleştirilmiş STEM eğitimi konusunun belirlenmesi

Bu adımda eğitimciler bir sonraki haftanın konusuna ve içeriğine bakarak bütünleştirilmiş STEM eğitimi konusuna karar verebilirler. Genel anlamda bu konuların son dönemde önem kazanan Birleşmiş Milletler (2015) tarafından 2030 yılına kadar gerçekleştirilmesi desteklenen sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında seçilmesi ya da desteklenmesi önerilmektedir. Mevcut çalışma, eğitimci kişinin konuyu belirlemesi yerine daha etkili bir yöntem olan ve öğrencilerin derse aktif katılımını

gerektiren öğrencilerin günlük yaşamda gözlemledikleri sorunlar doğrultusunda konuyu öğrencilerin belirlemesi doğrultusunda planlanmıştır. Bu kapsamda ilk olarak aşağıdaki çalışmalar yapılır:

- Bir önceki hafta, konuyu belirlemeden önce, eğitmeni kişi öğrencileri sosyal, inovatif ve finansal girişimcilik konusunda bilgilendirir ve konu ile ilgili örnekler verir.
- Bir önceki hafta, konuyu belirlemeden önce, eğitmeni kişi STEM eğitiminin özellikleri konusunda öğrenciler arasında tartışma yaptırır.
- Eğitmeni kişi öğrencilerin yerel halkın karşı karşıya olduğu üç ana sorunu belirleyerek sınıfa getirmelerini ister.
- Eğitmeni kişi, bu sorunların çözümünde girişimcilik ve STEM uygulamalarının nasıl kullanılacakları konusunda küçük bir araştırma yapmalarını belirtir.
- Öğrenciler, sorunlar ve sorunların girişimci STEM ile çözümleri konusunda çözümlerini içeren bir taslak ile bir sonraki hafta sınıfa gelirler.

Konu netleştirilirken eğitmeni, öğrencilerin tespit ettikleri sorunlarda sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin nasıl yer aldığına dair sorular yöneltecektir.

Adım 2 – STEM yeterliklerinin belirlenmesi

Konu ile ilgili ne yapılması gerektiği yapılandırıldıktan sonra STEM yeterlikleri belirlenir. Mevcut etkinlikte ATS-STEM Bilimsel Çerçevesi'nde yer alan sekiz yeterlikten bir tanesi ana yetkinlik, başka iki tanesi ise yan yetkinlik olarak belirlenmiştir.

Ana yetkinlik: Problem çözme

Yan yetkinlikler: Eleştirel düşünme; Yaratıcılık

Adım 3 – Kazanımların belirlenmesi

Konu ile ilgili ne yapılması gerektiği yapılandırıldıktan ve hedeflenen STEM yetkinliklerine karar verildikten sonra, eğitmeni öğrenci kazanımlarını belirler. Mevcut etkinlikte öğrenci kazanımları (K) aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

K1: Öğrenciler buldukları bölgede karşılaştıkları sorunları fark eder (problem çözme yeterliliğini hedefleme)

K2: Öğrenciler yerel kaynakları kullanarak belirledikleri bir soruna STEM temelli yaratıcı bir çözüm önerebilir (problem çözme ve yaratıcılık yeterlilikleri)

K3: Bu yerel sorunu çözmenin toplumun gelişimine nasıl katkıda bulunduğunu eleştirel bir şekilde değerlendirebilir (eleştirel düşünme yetkinliği)

K4: Bu yerel sorunun çözümüne girişimcilik çeşitlerinin nasıl bir katkıda bulunduğunu analiz edebilir (problem çözme ve eleştirel düşünme)

K5: Bu yerel sorunun çözümüne STEM eğitiminin nasıl bir katkıda bulunduğunu analiz edebilir (problem çözme ve eleştirel düşünme)

Adım 4 – STEM eğitiminde kullanılacak öğrenme tasarımı ilkelerinin (yöntem ve stratejilerin) belirlenmesi

STEM eğitiminde kullanılacak farklı öğrenme tasarımları bulunmaktadır (Butler, McLoughlin, O'Leary, Kaya, Brown & Costello, 2020). Burada, uygun teknolojilerin kullanımı, mühendislik tasarım süreci (MTS), tasarım odaklı düşünme ve proje temelli öğrenme gibi öğretim yöntem ve stratejilerini içeren etkinliklere yer verilebilir. Mevcut çalışmada teknolojilerin uygun kullanımı ve uygulanmasına ve MTS'ye (Douglas, Moore, & Adams, 2016) yer verilmiştir. Gerekli detaylara altıncı adımda yer verilecektir.

Adım 5 – Başarı kriterlerinin belirlenmesi

Burada hedeflenen her bir kazanımın başarıya ulaşmış olup olmadığını belirlemek için başarı kriterleri belirlenir. Kazanımlar ve başarı kriterleri sade, açık ve anlaşılır bir şekilde öğrencilerin anlayacağı bir dille yazılmalıdır. Burada amaç öğrenmeyi görünür kılmak olmalıdır. Mevcut çalışmada

yukarıda Adım 3’de belirlenen kazanımlar doğrultusunda aşağıdaki gibi beş tane başarı kriteri (BK) belirlenmiştir.

BK1: Öğrenci bulunduğu bölgede karşılaştığı en az iki sorunu tespit edip, bu sorunların gerekçelerini açıklayabiliyorsa,

BK2: Öğrenci sorun ile ilgili olarak yerel kaynakları kullanan yaratıcı bir çözüm önerebiliyorsa,

BK3: Öğrenci belirlediği yerel sorunun çözülmesinin toplum için avantaj ve dezavantajlarını tartışabiliyorsa,

BK4: Öğrenci belirlediği yerel sorunun çözülmesinin toplumun gelişimine nasıl bir katkıda bulunduğu dair en az iki gerekçe geliştirebiliyorsa,

BK5: Belirlenen yerel soruna getirilen yaratıcı çözümlere girişimcilik çeşitlerinin nasıl bir katkıda bulunduğu dair en az bir girişimcilik çeşidini kullanarak açıklama yapabiliyorsa,

BK6: Belirlenen yerel soruna getirilen yaratıcı çözümlere STEM eğitiminin nasıl bir katkıda bulunduğu dair en az iki STEM disiplini kullanarak açıklama yapabiliyorsa, bu öğrenci başarılı sayılacaktır.

Öğretme ve öğrenme sürecinde genellikle değerlendirme daha zayıf kaldığı için bu kriterlerin en başta belirlenmesi önem taşımaktadır. Burada BK1 K1 için başarısını gösterirken, BK2 K2’nin başarısını, BK3 ve BK4 K3’un başarısını BK5 K4’un başarısını ve BK6 K5’in başarısını görülebilir kılmayı hedeflemektedir.

Adım 6 – Girişimci STEM etkinliğinin planlanması

Burada öğrenme tasarımı içerisinde MTS seçilmiş olduğu için, bu süreçte izlenmesi gereken adımlar doğrultusunda etkinlik planlaması yapılır. Farklı araştırmacılar mühendislik tasarım süreci ile ilgili olarak farklı adımlar izlemektedir. Bu çalışmada, dünya genelinde yaygın olarak kullanılan Douglas, Moore ve Adams’ ın (2016) izlediği adımlara öncelik verilmiştir. Varolan bir sorunun ya da eksikliğin tespit edilerek bu duruma yaratıcı bir çözüm yolunun getirilmesi girişimcilik eğitimi kapsamında da değerlendirilmektedir. Ancak girişimcilik kapsamına tam olarak dahil edilebilmesi için süreç kâğıt üzerinde düşünsel bir tasarım olmaktan çıkarılmalı ve konu ile ilgili bir adım atılmalıdır. Atılacak adım ve içerikte neye yer verildiği bu etkinliğin inovatif, sosyal ya da finansal girişimcilik olduğunu belirlemektedir. Örneğin, daha önce yapılmamış bir prototipin bilimsel bir temelle ortaya konulması inovatif girişimcilik kullanıldığını gösterirken, elde edilen bilgi birikiminin ve bulguların konunun hedefi olan grupla sosyal sorumluluk etkinliği ya da projesi olarak paylaşılması sosyal girişimcilik kullanıldığını ve elde edilen birikim ve bulgular temelinde kar amacı güden bir oluşumda bulunulması finansal girişimcilik kullanıldığını göstermektedir.

- **Problemi tanımlama:** Öğrenciler ilk olarak kütüphane, dijital ortamlar gibi farklı yerlerde araştırma yaparak ya da aileleriyle, arkadaşlarıyla veya çevrelerindeki bireylerle görüşüp günlük ne gibi sorunlarla karşılaştıklarını belirleyerek hedef alacakları probleme karar verirler.
- **Problem hakkında bilgi edinme:** Öğrenciler farklı kaynakları kullanarak problemin neden kaynaklandığı ve nasıl çözülebileceği konusunda bilgi edinmeye çalışır. Burada konu ile ilgili daha önce bir çözüm yolu bulunmuş mu araştırılır. Daha önce bulunan bir çözüm yolu varsa bunun neden etkili olmadığı analiz edilir. Buna bağlı olarak ya var olan çözüm yolunun güncellenip geliştirilmesi ya da yeni bir çözüm yolunun araştırılmasına karar verilir. STEM disiplinlerinin bu çözüm yolunu bulmada nasıl bir rol oynayacağı ve ne gibi materyaller gerekeceği de yine araştırılması ve tartışılması gereken konular arasında yer alır.
- **Çözüm yolunun planlanması:** Bu evrede başarıya ulaşmak için sağlanması gereken kriterler ve sınırlılıklar gözden geçirilerek problemin yaratıcı bir şekilde çözülebilmesi için farklı fikirler ortaya konulur. Bu fikirlerden uygulanabilir olanlar seçilerek uygulama yapılması için gereken hazırlıklara başlanır. Bu sırada STEM disiplinlerinin hangi aşamada nasıl kullanılacağına da karar verilir. Süreç boyunca gerekli olan materyaller, çözüm yolu taslakları, süreçte izlenmesi gereken adımlar, gerekiyorsa maliyet hesaplaması ve bunun gibi gerekli görülen bilgiler planlanır.

- **Çözüm yolunun uygulanması:** Planlaması yapılan çözüm yolları uygulamaya konulur. Uygulama esnasında karşılaşılabilecek riskler göz önüne alınarak uygulamanın en iyi şekilde yapılması hedeflenir. Planlamada ortaya konulan materyaller kullanılarak, çözüm yolu taslakları ve süreçte izlenmesi gereken adımlar izlenerek, varsa maliyet gelir ve giderleri kontrol altında tutularak ve bunun gibi gerekli görülen bilgiler takip edilerek uygulama gerçekleştirilir. Eğer bir prototip planlaması yapıldıysa prototip bu evrede geliştirilir ve çalışıp çalışmadığına bakılır. Planlamada belirlenen STEM disiplinlerinin öngörüldüğü gibi kullanılıp kullanılmadığı, kullanılmadıysa nedenleri, uygulamada eklenen ya da çıkarılan STEM disiplini olup olmadığı ve olduyorsa nedenleri tartışılarak öğrencilerin STEM disiplinlerinin uygulamada nasıl kullanıldığını içselleştirmesi hedeflenir. Öğrencilere aynı zamanda girişimcilik bilgisi, becerileri ya da türlerinden herhangi birini uygulamada kullanıp kullanmadıkları uygulama süreci içerisinde sorulur. Bu şekilde öğrencilerin girişimciliği uygulamada nasıl kullanıldığını içselleştirmesi hedeflenir.
- **Çözüm yolunun test edilmesi:** Uygulanan çözüm yollarının etkililiği burada araştırılır. Bunun için var olan rubrikler kullanılabilir ya da amaca göre yeni rubrik hazırlanabilir. Bunun dışında uygun başka yöntemler varsa uygulanabilir. Rubriklerden elde edilen sonuçlara göre en başarılı olan çözüm yolu belirlenir. Bu çözüm yolunda nelerin yolunda gittiği ve ne gibi konularda güçlüklerle karşılaşıldığı belirlenir.
- **Çözüm yolunun yeterliğine karar verilmesi:** Çalışmanın başında karar verilmiş olan kriterlere bakarak ve test sonuçları göz önünde bulunarak çözüm yolunun yeterliliğine karar verilir. Uygulanan çözümlerin sorunun çözülmesine katkıda bulunup bulunmadığına ve çözümlerin uygulanması ile ilgili güçlükler bulunup bulunmadığına bakılır. Bunlardan yola çıkılarak eğer çözüm başarıya ulaşmışsa çözüm yolunun yaygınlaştırılması için adımlar atılabilir. Eğer başarıya ulaşmamışsa sorunların nasıl çözülebileceğine ve çözüm yolunun nasıl iyileştirilebileceğine dair tartışma yapılarak çözüm yolu tekrar planlanır, uygulanır ve test edilir. Bu süreç etkili bir çözüm yolu bulunup, problem durumu ortadan kaldırılana kadar devam eder.

Burada bütün STEM disiplinlerine ve girişimciliğe dair içerik/konu bilgi verilmesi girişimci STEM eğitiminin uygulandığı anlamına gelmemektedir. Önemli olan şey girişimci STEM yetkinliklerinin, öğretim ilkelerinin ve uygulamanın etkili bir şekilde öğrenciler tarafından yürütülebilmesi, öğrencilerin kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu alarak durumu analiz edebilmesi ve öğrencilerin uygulama sürecine girişimcilik ve STEM'in nasıl entegre edildiğini fark edip açıklayabilmesidir. Buna ek olarak yaygın olarak yanlış bir şekilde kullanılan ve göz önünde bulundurulması gereken başka bir durum da girişimciliğin ortaya çıkması için öğrencilerin bir şey pazarlamalarına, işyeri kurmalarına ya da kar elde etmelerine gerek olmamasıdır. Daha önce de vurgulandığı gibi bu tür girişimcilik finansal girişimcilik olarak adlandırılırken başka girişimcilik türleri de kullanılabilir.

Adım 7 – Girişimci STEM etkinliğine dijital biçimlendirici değerlendirme entegre edilmesi

Bu adımda, Şekil 2’de sunulan Dijital Biçimlendirici Değerlendirme Bilimsel Çerçevesi temel alınarak Adım 6’ da önerilen etkinlik detaylandırılmıştır. Biçimlendirici değerlendirme stratejileri ve bu stratejiler doğrultusunda içeriğe dijital teknolojilerin uygulanma şekilleri açıklanmıştır. Burada ilk beş adım aynen alınır. Sonrasında dersin başlangıcından itibaren dijital biçimlendirici değerlendirme altıncı adıma eklenerek derse entegrasyonu gerçekleştirilir. Beş biçimlendirici değerlendirme stratejisi, teknolojinin üç işlevi aracılığıyla altıncı adımla birleştirilerek uygulanmaktadır. Bu entegrasyon için Şekil 2’de yer alan biçimlendirici değerlendirme stratejileri doğrultusunda, bir ders örneği dört ana grup (1A/1B/1C, 2A/2B/2C, 3A/3B/3C ve 4A/4B/4C) olarak aşağıda sunulmuştur. Burada, tüm biçimlendirici değerlendirme stratejileri ve bunların teknoloji aracılığıyla bir ders planına entegrasyonu açıklanmış ve örneklenmiştir. Mühendislik tasarım süreci ve teknolojinin uygun kullanımı ve uygulaması ders planında benimsenmiş ve sunulmuştur.

1A/1B/1C: Dersin en başında birinci biçimlendirici değerlendirme stratejisi olan öğrenme niyetlerini (kazanımlarını) ve başarı kriterlerini netleştirme/paylaşma ve anlama teknolojinin işleme/analiz etme ve etkileşimli ortamlar işlevleri kullanılarak uygulanır. Bu kapsamda, dersin başında

derse ilişkin öğrenme kazanımları Google dökümanları üzerinden öğrencilerle paylaşılır. Burada tahtaya yansıtma yapılması gösterme işlevine girmektedir ve bu işlev kullanılmamıştır. Bu paylaşımın öğrencilerin derste ne yapılacağına dair farkındalığının artırılarak istedikleri zaman bu kazanımlara ulaşabilmelerini sağlamak hedeflenmektedir. Bu paylaşımın sonrasında eğitimci kişi Poll Everywhere’de de kazanımları paylaşarak, öğrencilerin bu kazanımları gözden geçirmelerini ve öğrenme çıktılarının kendileri için ne kadar zorlayıcı olacağını düşündüklerine dair bu uygulamada puanlama yapmalarını ister. Poll Everywhere’de elde edilen sonuçlara göre çok kolay ya da çok zor olan, açık/anlaşılır olmayan, ya da başka zorluklar taşıyan kazanımlar belirlenir. Eğitimci kişi, paylaşılan Google dokümanı aracılığıyla öğrencilerle birlikte bu kazanımlar üzerinde çalışır, gerekli düzenlemeleri yapar ve her bir kazanım için en az bir tane başarı kriteri oluşturur. Bu şekilde, ilk biçimlendirici değerlendirme stratejisi etkileşimli bir ortama entegre edilmiş olur.

2A/2B/2C: Kazanımlar ve başarı kriterleri ile ilgili gerekli çalışma yapıldıktan sonra, ikinci biçimlendirici değerlendirme stratejisi olan etkili sınıf tartışmaları, soru-cevap etkinlikleri ve öğrenme görevleri tasarlanır ve teknolojinin gönderme/görüntüleme, işleme/analiz etme ve etkileşimli ortamlar işlevleri kullanılarak derse entegre edilir. Bu kısım bu çalışmada MTSde yer alan problemi tanımlama evresine entegre edilmiştir. Burada, gönderme/görüntüleme kapsamında, dersten bir gün önce, öğrencilerin toplumun günlük sorunları hakkında düşünmelerini sağlamak için kamusal sorunlarla ilgili bazı gazete haberleri öğrencilere online platformlar aracılığıyla gönderilir. Öğrencilerden bu haberleri incelemeleri ve sonrasında kendi araştırmalarını yapıp yerel halkın karşı karşıya olduğu bir problem durumu belirleyerek sınıfa gelmeleri istenir. Öğrenciler derse geldiklerinde 3 ile 5 kişi arasında olmak üzere sınıf mevcuduna göre gruplara ayrılırlar. Her grup bir araya gelerek birbirlerine belirledikleri problem durumunu açıklarlar. Sonra, eğitimci kişinin önceden düzenlemiş olduğu bir Padlet’te grupta yer alan problemlerin her biri için bu yerel sorunu çözmenin en az bir avantajını, bir dezavantajını ve toplumun gelişimine nasıl bir katkıda bulunacağını yazarak analiz ederler. Padlet’te yer alan alanlar tamamlandıktan sonra öğrenciler kendi grupları içerisinde tartışma yürütüp analizler yaparak grup olarak yönelecekleri bir probleme karar verirler. Eğer yeterli zaman kalmamışsa, etkileşimli ortamlardan WhatsApp aracılığıyla öğrenciler kendi gruplarını oluşturarak (eğitimci de gruba alınır) analizlerini tamamlayıp probleme karar verebilir.

Sonrasında, MTSde yer alan problem hakkında bilgi edinme kapsamında, öğrenciler çözmeye odaklanmaya karar verdikleri problemin tarihçesi ve bu konuda şimdiye kadar neler yapıldığı hakkında araştırma yapar. Daha önce bulunan bir çözüm yolu varsa bunun neden etkili olmadığı analiz edilir. Öğrenciler, elde ettikleri bulgular doğrultusunda var olan çözüm yolunun güncellenip geliştirilmesine ya da yeni bir çözüm yolunun araştırılmasına karar verir. Öğrenciler bir e-portfolio oluşturarak elde ettikleri bilgileri bu portfolyoda toplar. Bu bilgileri arkadaşlarıyla analiz edip tartışarak birbirinden farklı ve yaratıcı çözüm yolları önerirler. Öğrenciler, girişimcilik ve STEM disiplinlerinin bu çözüm yolunu bulmada nasıl bir rol oynayacağını ve ne gibi materyaller kullanacaklarını da araştırıp yine aynı e-portfolio içerisinde bulgularını toplayıp tartışır. Bu tartışma sonrasında artık MTS’de yer alan çözüm yolunun planlanması evresine geçilebilir. Öğrenciler yeni, yaratıcı bir yol bularak ya da mevcut seçeneği yaratıcı bir yaklaşımla daha da geliştirerek belirlenen yerel sorunun üstesinden gelebilmek için farklı çözümler planlamaya başlarlar. Yine bu planlar e-portfolio içerisine kaydedilir. Öğrenciler etkileşimli ortam olarak kullanılan WhatsApp gruplarında sorunun olası çözümlerini tartışır. Bir sonraki MTS evresi olan çözüm yolunun uygulanması aşamasına geçen öğrenciler, karar verip planladıkları çözüm yollarını uygulamaya koyup, bu uygulamaları kapsayan bir video oluşturur ve paylaşırlar. Bu video, sorunu çözmek için geliştirdikleri bir prototipi veya sorunu nasıl çözeceklerini temsil eden bir ortamı göstermektedir. Video aynı zamanda öğrencilerin soruna bir çözüm getirirken karşılaşılabilecekleri potansiyel riskleri de yansıtmaktadır.

3A/3B/3C: MTS’de çözüm yolunun test edilmesi evresine gelen öğrenciler uygulanan çözüm yollarının etkililiği anlamak için ne gibi yöntemler kullanabileceklerini ve konuya odaklanan bir rubriğin varlığını araştırırlar. Bu evrede eğitimci kişiler de öğrencilere nereye bakmaları ve ne yapmaları gerektiği konusunda yönlendirmede bulunur. Eğer hazır bir rubrik bulunursa bu rubrik kullanılabilir, eğer bulunamazsa yine eğitimci kişinin desteğiyle amaca göre yeni rubrik hazırlanabilir. Bunun dışında uygun başka yöntemler varsa uygulanabilir. Öğrenciler elde ettikleri sonuçları eğitimci kişileri ve

arkadaşlarıyla paylaşırlar. Burada üçüncü biçimlendirici değerlendirme stratejisi olan öğrencileri ileriye taşıyan geri bildirim sağlama teknolojinin gönderme/görüntüleme ve etkileşimli ortam işlevleri kullanılarak derse entegre edilir. Gönderme/görüntüleme kapsamında, her grup, eğitimcilerinden e-posta yoluyla kişiselleştirilmiş geri bildirimle birlikte 3 dakikalık bir MP3 kaydı alır. Teknolojiyi etkileşimli bir ortama entegre etme kapsamında ise eğitmeni kişi her grup için bir Zoom toplantısı düzenleyerek öğrencilerin sorularını yanıtlar ve çözüm yollarının avantajlarını ve dezavantajlarını öğrencilerle tartışır. Zoom görüşmesi sırasında bu çözüm yolu uygulanırken nelerin yolunda gittiği ve ne gibi konularda güçlüklerle karşılaşıldığı da tartışılan konular arasında yer alır.

4A/4B/4C: MTS' nin çözüm yolunun yeterliliğine karar verilmesi evresi burada gerçekleştirilmiştir. Dördüncü ve beşinci biçimlendirici değerlendirme stratejileri olan akran ve öz değerlendirme, teknolojinin işleme/analiz etme ve etkileşimli ortam işlevleri kullanılarak bu evreye entegre edilmiştir. Öğrencilerin birbirleri için öğrenme kaynakları olması ve kendi öğrenmelerinin sahipleri olarak aktif hale gelmesi amaçlanmıştır. İşleme/analiz kapsamında, öğrenciler birbirlerinin videolarını izlerler ve arkadaşlarının videolarının kalitesini dersin başında tartışılan başarı kriterlerine göre değerlendirirler. Teknolojiyi etkileşimli bir ortama entegre etmek kapsamında ise, öğrenciler sağlanan geri bildirimleri inceler ve WhatsApp gruplarında çözümlerinin güçlü ve zayıf yanlarını ve çözüm yollarının nasıl daha fazla geliştirebileceklerini tartışırlar. Bu şekilde, çalışmanın başında karar verilmiş olan kriterlere ve test sonuçlarına bakarak, eğitmeni dönütleri, akran ve öz değerlendirme sonuçları göz önünde bulundurularak çözüm yolunun yeterliliğine karar verilir. Eğer çözüm başarıya ulaşmışsa çözüm yolunun yaygınlaştırılması için adımlar atılırken, başarıya ulaşmamışsa sorunların nasıl çözülebileceğine ve çözüm yolunun nasıl iyileştirilebileceğine dair tartışma yapılarak çözüm yolu tekrar planlanır, uygulanır ve test edilir. Bu süreç etkili bir çözüm yolu bulunup, problem durumu ortadan kaldırılana kadar devam eder.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, eğitimcileri dijital biçimlendirici değerlendirme, girişimci STEM eğitimi ve bunların ders planlarına entegrasyonu hakkında bilgilendirmeyi amaçlamıştır. Mevcut çalışmada sistematik olmayan literatür taraması kullanılmıştır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda meta sentez kullanılarak farklı değişkenlerin etkililiğine bakılması önerilebilir. Bu çalışmada geliştirilen ders planı, farklı dijital araçlar ve öğrenme ortamları aracılığıyla biçimlendirici değerlendirme kullanarak girişimci STEM eğitimi bağlamında öğrencilerin gelişimini desteklemeyi hedeflemiştir. Ders planları geliştirilirken değerlendirme, öğretme ve öğrenme sürecinin ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmiştir.

Disiplinler arası konular, özellikle girişimcilik STEM eğitimi, için etkili bir dijital biçimlendirici değerlendirmenin planlanmasına yardımcı olacak çeşitli öneriler aşağıda özetlenmiştir:

- Biçimlendirici değerlendirme, öğrencinin ilerlemesini desteklemeyi amaçlamalıdır.
- Öğrenme çıktıları ve başarı kriterleri öğrencilerin anlayabileceği bir dille açık ve anlaşılır bir şekilde yazılmalı, öğrenmeyi ve başarıyı görünür kılmayı amaçlamalıdır.
- Eğer girişimci STEM eğitimi kapsamında uygulama yapıldıysa, kazanımlarda ve başarı kriterlerinde girişimciliğin ve STEM eğitiminin yerine vurgu yapılmalıdır.
- Net bir öğrenme kazanımı (niyeti), öğrencilerin içeriğe olduğu kadar kendi öğrenimlerine de odaklanmalarına yardımcı olmalıdır.
- Her öğrenme kazanımının en az bir başarı kriteri olmalıdır.
- Biçimlendirici değerlendirme (beş stratejisi dahil), öğrencilerin tek başına çalışmak yerine birbirleriyle etkileşime girmelerinin yanı sıra, girişimcilik yoluyla yeni öğrenmeler oluşturmaları için mevcut STEM fikirleri ve yeterlilikleri üzerine yenilerini inşa etmelerine yardımcı olmak için kullanılmalıdır.
- Öğretme ve öğrenme süreci, acil öğrenme ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde uyarlanmalıdır.

Disiplinler arası konularda dijital biçimlendirici değerlendirmeyi uygulamak, işbirlikçi, etkileşimli ve yansıtıcı etkinliklerle öğrenen katılımını ve başarısını artırma imkânı sağlayabilir (Baleni, 2015; Gikandi, Morrow, & Davis, 2011; McLaughlin & Yan, 2017; Petrovic, Pale & Jeren, 2017). Buna ek olarak, bu tür etkinlikler biçimlendirici değerlendirme stratejileri arasında yer alan geri bildirim sayesinde öğrencilerin hatalarından öğrenmesine yardımcı olabilir (Barana & Marchisio, 2016) ve

öğrencilerin öz düzenlemelerini geliştirmeye katkı sağlayabilir (McLaughlin & Yan, 2017). Genel olarak, dijital biçimlendirici değerlendirmeyi kullanmak, biçimlendirici ve anında geri bildirim yanı sıra öz/akran değerlendirmesi için imkanlar da sağlayabilir (Baleni, 2015; Gikandi, Morrow, & Davis, 2011). Ayrıca, bu değerlendirme çeşidi öğrenmeyi geliştirmek için yenilikçi öğretim yöntemlerinin geliştirilmesine ve gözden geçirilmesine yardımcı olabilir (Barana & Marchisio, 2016). Sonuç olarak, dijital biçimlendirici değerlendirmenin desteğiyle eşitlikçi eğitimi daha üst düzeyde desteklenebilir (Gikandi, Morrow, & Davis, 2011; Reynolds, O'Leary, Brown & Costello, 2020).

Girişimci STEM eğitimi ise öğrencilerin STEM'in günlük yaşamda nerede ve nasıl kullanıldığını fark etmelerine yardımcı olabilir (örn., Pabuççu Akış & Demirer, 2023), bu da STEM disiplinlerine ilgi ve motivasyonu artırabilir (Uçar, 2020). Ayrıca girişimci STEM eğitimi ile öğrenciler 21. yüzyıl beceri ve yeterlilikleri ile donatılmakta ve bunları farklı bağlamlarda uygulayarak gündelik sorunlara çözüm üretmektedirler (Deveci & Çepni, 2014; Jang, 2016; Kaya-Capocci & Uçar, 2023). Girişimci STEM bakış açısının geliştirilmesiyle, öğrencilerin yeni fırsatların varlığı konusundaki farkındalığı artırılabilir ve bu farkındalık onların gelecekte yeni iş olanakları ortaya çıkarmalarına ve kariyerlerinde ilerlemelerine yardımcı olabilir (Alvarez & Barney, 2007; Kaya vd., 2018). Tüm bunlar, öğrencilerin potansiyellerinin tamamını ortaya koyabilmelerine yardımcı olabilir (Volkman vd., 2009). Girişimci STEM bakış açısına sahip vatandaşlar yetiştirmek, ülkelerin sosyal, bilimsel, ekonomik ve çevresel kalkınmasına da katkıda bulunabilir.

Tüm bunlardan yola çıkarak öğretmen adayları ve eğitimciler günümüz küresel, teknolojik ve yenilikçi dünyasında geri kalmamak, bu yeni dünyaya uyum sağlamak ve sağlamak için girişimci STEM eğitimi ve dijital biçimlendirici değerlendirme konusunda gerekli bilgi, beceri ve tutuma sahip olarak yetiştirilmelidir. Buna ek olarak, öğretmen adaylarımız ve eğitimcilerimiz kavramsallaştırılması, planlaması ve uygulaması konusunda yeterli donanıma sahip olması için gerekenler yapılmalı, bu alanlardaki çalışmalar artırılmalıdır.

Kaynakça

- Adatepe, S., Kul, M., & Adatepe, E. (2021). Examining entrepreneurship characteristics and reflective thinking levels of pre-service teachers at physical education and sports school. *Education Quarterly Reviews*, 4(3).
- Alvarez, S.A. & Barney, J.B. (2007). Discovery and creation: Alternative theories of entrepreneurial action. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 1(1–2), 11–26.
- Amos, A.A. & Onifade C.A. (2013) The perception of students on the need for entrepreneurship education in teacher education programme. *Global Journal of Human Social Science*, 13(3), 75–80.
- Atilgan, H. (2017). Değerlendirme ve not verme. (Ed. Hakan Atilgan). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (10. Baskı). Ankara: Anı yayıncılık.
- Aydeniz, M. & Dogan, A. (2016). Exploring pre-service science teachers' pedagogical capacity for formative assessment through analyses of student answers. *Research in Science & Technological Education*, 34(2), 125-141.
- Barana, A. & Marchisio, M. (2016). Ten good reasons to adopt an automated formative assessment model for learning and teaching mathematics and scientific disciplines. *Procedia—Soc. Behav. Sci.*, 228, 608–613.
- Basol, G., Cakan, M., Kan, A., Ozbek, O. Y., Ozdemir, D., & Yasar, M. (2013). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Bennett, R. E. (2011) Formative assessment: A critical review. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 18(1), 5-25. Doi: 10.1080/0969594X.2010.513678.
- Bhagat, K.K. & Spector, J.M. (2017). Formative assessment in complex problem-solving domains: The emerging role of assessment technologies. *J. Educ. Technol. Soc.*, 20, 312–317.
- Birdthistle, N., Hynes, B., & Fleming, P. (2007). Enterprise education programmes in secondary schools in Ireland: A multi-stakeholder perspective. *Education+ Training*, 49(4), 265–276. Doi: 10.1108/00400910710754426.
- Block, J. H., Fisch, C. O., & Van Praag, M. (2017). The Schumpeterian entrepreneur: A review of the empirical evidence on the antecedents, behaviour and consequences of innovative entrepreneurship. *Industry and Innovation*, 24(1), 61-95.
- Bosman, L., & Fernhaber, S. (2019). Applying authentic learning through cultivation of the entrepreneurial mindset in the engineering classroom. *Education Sciences*, 9(1), 7.

- Bruyat, C. & Julien, P.A. (2001). Defining the field of research in entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*, 16(2), 165–180. Doi: 10.1016/S0883-9026(99)00043-9.
- Butler, D., McLoughlin, E., O’Leary, M., Kaya, S., Brown, M., & Costello, E. (2020). *Towards the ATS STEM Conceptual Framework*. Dublin: Dublin City University. Doi: 10.5281/zenodo.3673559.
- Bybee, R.W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, VA, USA: NSTA press.
- Celik, T. (2021). Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının Web 2.0 uygulamalarıyla biçimlendirici değerlendirme deneyimlerinin incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 50 (231), 173-198 . Doi: 10.37669/Milliegitim.713075
- Celik, T., & Tepe, T. (2022). Sanal öğrenme ortamlarında sosyal bilgilerde dijital uygulamalar ile biçimsel değerlendirme tasarımları. *Muallim Rifat Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 22-43.
- Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- Department of Education and Skills (2016). *Ireland’s National Skills Strategy 2025*. Dublin: Communications Unit Department of Education and Science.
- Deveci, I. (2022). Review of entrepreneurship education literature in educational contexts: Bibliometric analysis. *Participatory Educational Research*, 9(1), 214-232.
- Deveci, I. & Cepni, S. (2014). Entrepreneurship in science teacher education. *Journal of Turkish Science Education*, 11(2), 161-188.
- Douglas, K.A., Moore, T.J., & Adams, R.S. (2016). *Core engineering design competencies for intermediate and middle grades*. Indiana: Purdue University Research Foundation. Retrieved from: <https://purr.purdue.edu/publications/2203/serve/1/33660?el=1&download=1>.
- Elliott, C., Mavriplis, C., & Anis, H. (2020). An entrepreneurship education and peer mentoring program for women in STEM: mentors’ experiences and perceptions of entrepreneurial self-efficacy and intent. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 16(1), 43-67.
- European Commission (2014). *Entrepreneurship education: A guide for educators*. Brussels: European Commission. Retrieved from <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/7465>.
- European Commission (2016). *Formative Assessment in Science and Mathematics Education (FaSMEd) summary report*. Brussels: European Commission. Retrieved from <https://cordis.europa.eu/docs/results/612/612337/final1-final-fasmed-summary-report-final.pdf>.
- Finnish National Board of Education (2014). *New national core curriculum for basic education: focus on school culture and integrative approach*. Finland: Finnish National Agency for Education. Retrieved from: <https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/new-national-core-curriculum-for-basic-education.pdf>.
- Fortus, D. & Krajcik, J. (2020). Supporting contextualization: Lessons learned from throughout the globe. *Int Perspect Contextualization Sci Educ*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27982-0_175-183.
- Gikandi, J. W., Morrow, D., & Davis, N. E. (2011). Online formative assessment in higher education: A review of the literature. *Computers & Education*, 57(4), 2333-2351.
- Hisrich, R.D. & Peters, M.P. (2002). *Entrepreneurship*. New Delhi: McGraw-Hill.
- Hotaman, D. (2020). Online eğitimin başarisi açısından biçimlendirici değerlendirmenin önemi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(73).
- Inaltun, H., & Ates, S. (2018). Fen bilimleri eğitiminde biçimlendirici değerlendirme: Literatür taraması (Formative Assessment in Science Education: A Literature Review). *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty (GUJGEF)*, 38(2).
- Irzik, G. (2013). Introduction: Commercialization of academic science and a new agenda for science education. *Science & Education*, 22(10), 2375–2384.
- Ismail, M. A. A., Ahmad, A., Mohammad, J. A. M., Fakri, N. M. R. M., Nor, M. Z. M., & Pa, M. N. M. (2019). Using Kahoot! as a formative assessment tool in medical education: a phenomenological study. *BMC Medical Education*, 19(1), 1-8.
- Jackson, A., Henry, S., Jackman, K. M., Jones, L., Kamangar, F., Koissi, N., ... & Hohmann, C. F. (2023). A Student-Centered, Entrepreneurship Development (ASCEND) undergraduate summer research program: Foundational training for health research. *CBE—Life Sciences Education*, 22(1), ar13.
- Jang, H. (2016). Identifying 21st century STEM competencies using workplace data. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 284–301.

- Johnson, C.C. (2013). Conceptualizing integrated STEM education editorial. *Sch Sci Math* 113(8):367–368
- Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E., & Moore, T. J. (Eds.) (2015). *STEM road map: A framework for integrated STEM education*. New York, NY, USA: Routledge.
- Kaya, S. (2019). *Enhancing Pre-service Science Teachers' Understanding of How Science Works in Society: The Role of Economics and Entrepreneurship*. Unpublished Ph.D. thesis. The Republic of Ireland: University of Limerick.
- Kaya-Capocci, S., O'Leary, M. & Costello, E. (2022). Towards a Framework to Support the Implementation of Digital Formative Assessment in Higher Education. *Education Science*, 12, 823. <https://doi.org/10.3390/educsci12110823>.
- Kaya-Capocci & Peters-Burton (Eds). (2023). *Enhancing Entrepreneurial Mindset through STEM Education*. Netherlands: Springer.
- Kaya-Capocci, S. & Ucar, S. (2023). Entrepreneurial STEM for Global Epidemics. In *Integrated Education and Learning*. Netherlands: Springer.
- Kaya, S., Erduran, S., Birdthistle, N., & McCormack, O. (2018). Looking at the social aspects of nature of science in science education through a new lens: The role of economics and entrepreneurship. *Science & Education*, 27(5-6), 457-478.
- Kelley, T. R. & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1-11. Doi: 10.1186/s40594-016-0046-z.
- Kirilmaz, K. S. (2014). Sosyal girişimcilik boyutlarına kuramsal bir bakış. *Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 55-74.
- Leffler, E. (2014). Enterprise learning and school subjects – A subject didactic issue? *Journal of Education and Training*, 1(2), 15-30. <http://dx.doi.org/10.5296/jet.v1i2.5194>.
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., Froyd, J. E., & Nite, S. B. (2020). Research and trends in STEM education: A systematic analysis of publicly funded projects. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 17.
- Looney, J. (2019). Digital Formative Assessment: A Review of the Literature. Available online: <http://www.eun.org/documents/411753/817341/Assess%40Learning+Literature+Review/be02d527-8c2f-45e3-9f75-2c5cd596261d> (accessed on 30 November 2019).
- López-Pastor, V., & Sicilia-Camacho, A. (2017). Formative and shared assessment in higher education: Lessons learned and challenges for the future. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 42(1), 77-97.
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). *STEM: Country comparisons: International comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education*. Australia: Australian Council of Learned Academies.
- McLaughlin, T., & Yan, Z. (2017). Diverse delivery methods and strong psychological benefits: A review of online formative assessment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(6), 562-574.
- McLoughlin E., Butler., D., Kaya, S. & Costello, E. (2020). *STEM Education in Schools: What Can We Learn from the Research?*. Ireland: Dublin City University. Doi:10.5281/zenodo.3673728.
- Medland, E. (2016). Assessment in higher education: drivers, barriers and directions for change in the UK. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 41(1), 81-96. Doi: 10.1080/02602938.2014.982072.
- Nistor, A., Gras-Velazquez, A., Billon, N., & Mihai, G. (2018). *Science, Technology, Engineering and Mathematics education practices in Europe [Scientix Observatory Report]*. Brussels: European Schoolnet. Retrieved from: <http://www.scientix.eu/observatory> on 21.09.2019.
- Ozcan, E. G. (2022). Öğretmenlerin görüşlerine göre teknoloji destekli biçimlendirici değerlendirme yeterliklerinin sınıf yönetimi becerileri üzerindeki etkisi. *Instructional Technology and Lifelong Learning*, 3(2), 225-251.
- Pabuccu Akis, A., & Demirer, I. (2023). Integrated STEM activity with 3D printing and entrepreneurship applications. *Science Activities*, 60(1), 1-11.
- Reynolds, K., O'Leary, M., Brown, M. & Costello, E. (2020). *Digital formative assessment of transversal skills in STEM: A review of underlying principles and best practice*. Dublin: Dublin City University. Doi: 10.5281/zenodo.3673365.
- Rindova, V., Barry, D., & Ketchen, D.J. (2009). Entrepreneurship as emancipation. *Academy of Management Review*, 34(3), 477–491.

- Sanders, M. (2007). Scientific paradigms, entrepreneurial opportunities and cycles in economic growth. *Small Business Economics*, 28(4), 339–354.
- Sarasvathy, S.D. (2001). Causation and effectuation: toward a theoretical shift from economic inevitability to entrepreneurial contingency. *The Academy of Management Review*, 26(2), 243–263.
- Struyven, K., Dochy, F., & Janssens, S. (2005). Students' perceptions about evaluation and assessment in higher education: A review. *Assessment & evaluation in higher education*, 30(4), 325-341.
- Turkish Board of Education and Discipline (2013). *Turkish science curriculum*. Ankara: Board of Education and Discipline.
- United Nations (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development (A/RES/70/1) Available: <https://goo.gl/ImNES4>. Accessed 23 Jun 2021.
- Ucar, S. (2019). Girişimcilik ve STEM eğitimi. D. Akgündüz (Ed.). *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi içinde* (ss. 97-112). Ankara: Ani Yayıncılık.
- Ucar, S. (2020). *Girişimcilik eğitimi: Temel eğitimden öğretmen eğitimine genel bakış*. Ankara: Akademisyen Kitabevi.
- Volkman, C., Wilson, K.E., Mariotti, S., Rabuzzi, D., Vyakarnam, S., & Sepulveda, A. (2009). *Educating the next wave of entrepreneurs: Unlocking entrepreneurial capabilities to meet the global challenges of the 21st century [A Report of the Global Education Initiative]*. Switzerland: World Economic Forum. Doi: 10.2139/ssrn.1396704.
- William, D. & Thompson, M. (2008). Integrating assessment with learning: What will it take to make it work? In Dwyer, CA, (Ed.), *The Future of Assessment: Shaping Teaching and Learning* (ss. 53-82). New York, NY, USA: Routledge.
- Yilmaz, O. (2017). Formative assessment and feedback in interactive classroom: Usage of mobile technology. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(5 S), 1832-1841.
- Zhan, Y., Sun, D., Chan, N. C., Chan, K. W., Lam, T. S., & Lee, T. H. (2021). Enhancing learning engagement through formative e-assessment in general education foundation course tutorials. In *Blended Learning for Inclusive and Quality Higher Education in Asia* (pp.281-300), Singapore: Springer.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





The Effect of Being Scientifically Literate Citizen on Everyday Life in 21st Century: Sample of Electrical Circuits

Selçuk ŞAHİNGÖZ¹

Abstract

Many studies in the literature evaluate scientific literacy (SL) only by considering science content knowledge. However, the main purpose of scientific literacy is to empower individuals to make informed decisions and to live meaningfully in an increasingly complex and technology-driven world. Understanding daily life applications of science has become even more important with the 21st century skills. It is required the learners link science disciplinary core ideas with everyday life situations in order to practice problem-based critical thinking skills. The science curricula around the world considers to raise scientifically literate students as future members of the society. The question here is how implementing SL shapes everyday life of citizens. This study aims to answer this question with clarifying an interpretable perspective. The science phenomenon of electrical circuits was examined to comprehend how SL leads everyday life of the people. Three main sections are discussed regarding to the issue. These were entitled daily life applications, personal safety, and economic dimension. This position paper underlies SL plays an important role turning individuals into conscious and effective citizens. It is concluded that scientifically literate people in terms of electrical circuits phenomenon have better quality of life due to their having scientific knowledge provides comfort and confidence.

Key Words

Electrical circuits
Everyday life
Position paper
Science education
Scientific literacy (SL)

About Article

Sending date: 27.07.2023
Acceptance date: 26.08.2023
E-publication date: 31.08.2023

¹ Asst. Prof., Gazi University, Türkiye, selcuksahingoz@gazi.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-4884-7588>

Introduction

Since the beginnings of modern science for decades, teachers and educators focus on linking academic science with real life of students. For approaching this goal mandatory scientific knowledge of the curriculum to embed circumstances of daily life (Hurd, 1998). The education policy makers consider to arise scientifically literate students as effective citizenships of the community considering 21st century skills. Dewey (1904) asserts that the importance of inquiry-based practices and experimental learning methods when growing up scientifically literate students. He (1910) also emphasizes insufficient implementations of instructions between science fact/law and ready-made knowledge instead of inquiry-based methods. This perspective requires revolutionary changes in science education and its practices (Hurd, 1975). Revised science standards have shifted scientific literacy (SL) to the center of science education (Keskin et. al, 2016).

The meaning of the SL has recently been further developed and expanded by educators. The vision of science education has been redefined by the National Science Education Standards (NSES) in relation to SL. Revised standards for science education emphasize the strong relationship between scientifically literate students and the society (NRC, 1996). American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1996) stated that SL is not only a requirement for individuals pursuing scientific careers, but also necessary for individuals living in the community. SL refers comprehension of science with its applications in citizenship experiences (Bybee, 2016). Citizens should integrate science knowledge into everyday life. They could successfully benefit from their SL through 21st century skills of critical thinking, and problem-solving. This feature promotes the role of the individual as a practical and effective member of society.

Science and society have been discussed under the heading of “science for citizenship” (Kolstø, 2001). The understanding of a democratic society is based on the active participation of citizens from all parts of society in the informed decision-making process. Laypersons should contribute their perspective especially for socioscientific issues. SL is viewed aspect of the civic competence anticipated for thinking rationally about science in the perspective of personal, social, political, financial affairs and issues one could empowered regarding life (Hurd, 1998).

In today's world, where technology take crucial place, SL is increasingly in demand. Understanding scientific concepts, applying scientific reasoning to real-world problems, and communicating scientific information effectively are essential to navigate. Electricity is one of the most important and widely used scientific concepts in modern society, and it is necessary to be scientifically literate in order to understand and work effectively with it. The study aims to explore the importance of SL in everyday life, specifically in the context of scientific concepts in electricity.

A position paper is structured around an arguable idea with an issue. The main purpose of a position paper is to convince readers that your point of view is worth considering. In this position paper, I examined the functional meaning of SL in order to show the relationship between SL and everyday life. I discussed the practical role of scientifically literate citizens in the society from the knowledge of electrical circuits science concept. The scope of the study is to show a comprehensible classification of how knowledge of electrical circuits benefits the individual as a member of society. I argued the issue in my position paper by organizing it into three main sections. These were daily life applications, personal safety and economic dimension.

Scientifically Literate Citizens

People often ask: "Why do we need to know scientific principles and where will we use them in everyday life? This prejudice and negative attitude towards science education results from scientific illiteracy. Many students believe that science is a lecture and do not try to relate scientific knowledge to their lives. In order to remove barriers to science, we should first clarify how we interpret science. Relating scientific facts/laws to everyday life is the only way to make sense of the world around us. Individuals should realize that scientific knowledge makes their lives easier from different perspectives.

The term of SL is based on this idea and is defined as functional knowledge of science for a meaningful understanding of science education (DeBoer, 2006). SL doesn't mean having well-acquainted science knowledge (Durant, 1994). It can be only measured when converting this knowledge in order to explain facing situations. The content of SL encompasses different contexts; therefore, there

is no consensus among scientists and educators on how to construct satisfactory SL (Fensham, 2002; Millar, 2006). National Science Foundation (NSF) considered scientific literacy in terms of understanding the basic structure of disciplines and their method of inquiry six decades ago when seeking to identify scientific literacy (Layton, 1973). Prewett (1983) linked scientifically literate people with the term of savvy and commented that these are smart people who have the skills and understanding that lead to success in otherwise confusing and intimidating situations. In this respect, scientific literacy can be defined as a basic ability to survive in a scientifically and technologically highly developed society. Boulding and Senesh (1983) explained science literacy as structuring the ability to use scientific/technological knowledge. Roberts (2007) describe scientific literacy as understanding scientific knowledge and practices in a broad range of personal and social issues instead of promoting to prescribe the conceptual knowledge and practices. One of these contexts is the relationship between scientific knowledge and social life. SL aims at improving the public's understanding of science (Durant, 1993). There is a strong relationship between science and society (Hurd, 1958; Matthews, 1994). SL enables us to understand phenomena we encounter in our daily lives and to make informed decisions about public issues involving science and technology (Brennan, 1992).

However, there is a significant gap between the teaching of science and citizens' expectations of science in everyday life (Hurd, 1998). Students need SL not only for academic science, but also for solving problems and making science-based decisions as citizens. SL means understanding how scientific knowledge works in real life. Therefore, contrary to popular belief, SL is a skill that not only scientists but also lay people should have (Durant, 1994). Hurd (1998) argued that SL affects everyone's lives and shapes their social choices as users of knowledge. According to the National Science Education Standards (NSES), SL in the science curriculum means that learners should select, organize, and use scientific knowledge for productive lives (NRC, 1996).

Pella (1967) examined the definition of SL by reviewing 100 publications on science education. The results show that many science educators refer to the interaction between science and society to clarify SL (DeBoer, 1991). The NSES (NRC, 1996, p.22) states that SL provides skills for “personal decision making, participation in urban and cultural affairs, and economic productivity.” The standards indicate that students should be scientifically literate citizens. They should be able to identify local and national issues and make decisions about scientific and technological aspects. Thomas and Durant (1987) asserted scientifically literate members develop science and technology related equipped society. This provides efficient daily life. For example, scientifically literate citizens make better decisions about diet, health care, consumer choices and safety. Understanding of SL also helps to provide economic development and national security (Lui, 2009).

Accordingly, key components of SL are the understanding of science content knowledge and its application in daily life, and the implementation of scientific knowledge in problem solving through analytical reasoning skills (Norris and Phillips, 2003, Çepni et al., 2006). SL becomes more important when considering the functional dimension of science that contributes to the quality of daily life, which is increasing day by day (Derman, 2014).

Electrical Circuits: An Application of Energy

Electricity is a fundamental phenomenon in physics that studies the flow of electrical charge through materials. It is the driving force behind many modern technologies and is used to power everything from homes to transport systems. Understanding the basic principles of electricity, such as circuits, voltage and current, is essential to using electricity safely and efficiently. An electrical circuit is a current-based application of electricity, which is one of the types of energy in physics. Many common electronic devices are based on electrical circuits. Therefore, it is necessary to understand how electrical circuits work in everyday life. The concept of electric circuits is first introduced to K-8 students in primary school. According to the simple model of electrical circuits, students are expected to gain everyday view of electricity and electric current, including (Leach & Scott, 2002, p.132):

- Batteries run out;
- Electricity makes things work;
- Current, electricity, volts, power are the same kind of thing;
- Electricity and electric current flow.

The learning objectives in the Next Generation Science Standards (NGSS, 2013) identify scientific ideas related to energy through electric current and electrical circuits. This includes sufficiently understanding and explaining how electrical circuits transfer electrical energy from sources such as batteries to devices and why energy flows in a complete circuit. In addition, the standards require students to describe which materials are conductors and which are insulators, and to compare or contrast a series and parallel circuit (AAAS, 1993; NRC 2011; NGSS 2013). Electric current is also used to transfer electrical energy in the form of motion, sound, heat, or light (NGSS, 2013).

This position paper addresses the main reasons why an understanding of electrical circuits with the learning objectives should be considered important knowledge for all students as future citizens, regardless of whether they plan to pursue higher education and/or careers in the application of physics and science related fields. Each of the sections is illustrated with examples from everyday life electricity-based situations in order to provide a better understanding of the relationship between sufficient SL and being a practical member of society.

1. Daily Life Applications

Today, electricity has become an integral part of modern civilization. We benefit from it in many ways to make our lives more comfortable and efficient. Although science and technology are changing and improving rapidly, the basic knowledge of electrical circuits is still important to define and develop many technological devices in the 21st century. Electricity is a common scientific phenomenon that can be integrated into various situations in daily life (Sulsilah, Utari, and Saepuzaman, 2019). Citizens should predict the working principle of electrical circuits as they benefit from electric current through many electronic devices such as smartphone, tablet, laptop, television, coffee maker, heater, light bulb and hair dryer. By gaining a basic knowledge of a simple electrical circuit loop, people will be able to solve their everyday problems with electrical appliances.

For example, individuals are able to deeply figure out how an electric lamp glows and determine what the problem is when they know that electric energy is associated with electric current and it can only pass through a complete loop electric circuit (closed electric circuit). If the electric lamp does not glow even though people turn on the light, they will be able to see that there is no electric current in the circuit. In other words, there is a power cut in the apartment, maybe even in the whole street or avenue. At the same time, they may be aware that the other electrical appliances in the house are working, so they can conclude that the bulb must have burnt out. At this point, people know that replacing the light bulb with a new one is necessary to solve the problem. They can recall the basic diagram of a simple electric circuit and how it works. This will enable them to draw evidence-based conclusions. This may be a simple example, but the concept of electrical circuit science helps in many similar circumstances when faced with troubleshooting electrical problems.

A smartphone is one of the most well-known electronic devices that people own. Anyone with a scientific understanding of the concept of electrical circuits knows that a smartphone needs to be charged regularly. Unfortunately, illiterate people often charge their phones overnight. It probably only takes a few hours to charge your phone to 100%. Or they continue to use their smartphones while they are plugged in the socket outlet. The reality is that when your smartphone is fully charged, it stops drawing electric current from the charger to protect the hardware which consist inside the phone. That means even if you plug in your smartphone, the charger shuts off the juice. In case of you keep in charge your smartphone during the night, the charger tries to keep the charge level at 100% to compensate for the small amount of charge your phone naturally loses. As a result, your phone is constantly alternating between a full charge and something less than a full charge. These trickle charges contribute to higher ambient temperatures around your phone, which can reduce capacity over time. This process also applies to charging your laptop or other battery- powered devices. A good understanding of how electrical circuits work will help scientifically literate people overcome this potential problem. You can easily find out that leaving a mobile phone plugged in for long periods of time will reduced the battery life of the phone and avoid it (GO Concepts, n.d.).

On the other hand, individuals need more scientific knowledge regarding electrical circuits, especially if they live in the area where the common forecast is expected to be scattered thunderstorms. Lightning is likely to damage our electronics if we do not take precautions. Many electronic devices are spoiled by the surge damage caused by lightning. The main cause of lightning damage is that lightning

energy enters buildings through cables and pipes. Scientifically literate people deal with the possible problems while using electronic devices, including surge protectors. Or they unplug the electronic devices to provide an open circuit to escape the harmful effect of lightning damage.

To extend the examples, we can also talk about solar panels. Individuals are currently familiar with the use of various types of solar panels in everyday life (heating water, lighting the house, charging electronic devices, etc.). These panels basically work by absorbing energy from sunlight through photovoltaic (PV) cells. An electric charge is generated by an internal electric field in the cells, causing electricity to flow (Energy.Gov, n.d.). There is a common misconception about the efficiency of solar panels. It's a common misconception that solar panels produce the most electricity in the summer because they need warmer temperatures to work. Contrary to popular belief, warmer temperatures and more intense sunshine are usually related. In fact, when solar panels become extremely hot or cold, they become less effective (Good Energy, n.d.). At this point, it is very important to understand the working principles of the PV panel to ensure better maintenance and maximum performance.

SL enables people to use electrical appliances more effectively. They seldom need maintenance, repair for their appliances and this provides long life use of them. We could also relate this point to the other section called the "Economic Dimension" in below.

2. Personal Safety

Individuals should understand the concept of electrical circuits to protect themselves from the dangerous effects of electricity. Electrical current can cause electric shock, injury, or death if directly exposed to a person. That's why safety is an important consideration when working with electricity whether it's repairing or charging an electronic device, changing a lightbulb or after a car accident. To ensure safety, two important scientific facts about electricity must be known. People should make sure that there is current in the electrical circuit, that is, they should check whether the circuit is open or closed. However, people should have knowledge of the properties of conductor-insulator materials. At this point, knowing about the origin of electrical circuits offers many benefits on how we can protect ourselves and others from electric shock.

A solid understanding of electrical circuits enables you to recognize potential hazards and take precautions to prevent electric shocks. Knowing about grounding and what it means can help ensure electrical devices are properly grounded. This prevents surge voltage build-up and reduces the risk of electric shock. For example, we can see that they are not electrocuted if we observe birds standing on high voltage power lines. On the other hand, if the wire breaks and falls to the ground, the birds standing on the wire will be shocked (Susdarwati, Dimas and Hannum, 2021). In order to be able to predict this situation resulting from the potential difference and act accordingly, a scientifically literate person is required. To give another example, well-informed (scientifically literate) people are able to predict what negative effects electricity might have on them. These people are able to prevent electrical injuries in the event of an electric shock. Knowing that electricity flows in closed circuits, they know it is important to disconnect from any work before turning off power at the fuse box. They are also able to distinguish between conductors and indicators. They can easily understand that unlike insulators, conductors carry electrons very easily. In the event of an electrical injury, they will not be associated with the person receiving an electric shock from conductive materials. They know how best to use a dry, non-conductive object such as cardboard, plastic, or wood to move the source away from them and the injured person.

Knowing electrical circuits can help you prevent overloads and electrical fires. If you find out circuit breakers and fuses, you can use them effectively to protect circuits from overloads. When you recognize that a circuit breaker has tripped, you can investigate and fix the cause before resetting the circuit breaker. By the way, knowing the concept of electrical load will also help you distribute electrical devices and appliances across different circuits to avoid overloading a single circuit. Overloaded electrical circuits can cause overheating and thus fires. For example, natural disasters are a part of our lives and earthquakes are one of them. Faced with this catastrophe, people need scientific knowledge. After an earthquake, there may be stray voltages (i.e., the electrical circuits are broken) due to damaged electrical wiring. In this situation, you should protect yourself from possible fires and explosions, if you are inside a building. The best behavior is to turn off the power to stop the current flow when there is no gas leak. A fire or an explosion can also occur after a car accident due to damaged electrical wiring.

Scientifically literate people are able to understand such situations and act quickly. They will leave the building or the crashed car immediately.

Understanding the scientific phenomenon of electrical circuits improves your ability to use electrical appliances safely. Knowing the relationship between voltage, current and resistance can help you comprehend the power requirements of different appliances. This knowledge will help in selecting the appropriate voltage levels and current ratings for different devices. Recognizing the differences between series and parallel circuits also helps in safely arranging of electrical devices. For example, understanding how lights are wired in a parallel circuit ensures that if one bulb fails, others will continue to work.

3. Economic Dimension

For reasons of economy, individuals should learn the concept of electrical circuits. They are members of society and must manage their own budget for their livelihood. Therefore, they prefer an inexpensive use of their electronics. It can be difficult for scientifically illiterate people to convey their scientific ideas about alternative energy applications of electrical circuits and how to save energy (Adriyawati, Utomo, Rahmawati, and Mardiah, 2020). For example, scientifically literate people find that using high voltage light bulbs increases electricity bills. These people prefer energy saving lamps. They ditch traditional incandescent bulbs and opt for cost-saving options like halogen bulbs, compact fluorescent lamps bulbs (CFLs) and light-emitting diodes (LEDs). These types of light bulbs, unlike traditional light bulbs emit less thermal energy when in use than traditional light bulbs. They offer the same brightness even at lower wattages.

On the other hand, most electronic devices in household electronics can be run off the mains in order to avoid energy losses. A typical example of a power loss problem is the television (TV). Unfortunately, people leave TV on standby even when they are not watching anything. Electricians say it is a waste of energy to leave an electrical appliance on standby. However, people who are familiar with electrical circuits may find that the TV is still using energy because the electrical circuit is closed. They prefer not to leave their electronic devices on standby and save money. Electronic devices still consume energy in standby mode (Divya et al., 2017, Vasiliu, 2021). These devices contain electrical circuits. As long as the device is connected with the plug, this circuit consumes energy. Even when the device is in standby, the circuit continues to consume energy. Studies show that leaving electronic devices on standby in an average residential building results in energy loss of up to 34% over the course of a year (Vasiliu, 2021). The energy consumption of electronic devices in standby mode consists exclusively of electrical energy, which accounts for 3% to 10% of consumption according to global studies (Meier, 2002).

Looking at another example, individuals who are scientifically illiterate may have misconceptions about estimating circuit connection type (Küçüközer & Kocakulah, 2007). This can lead to waste of energy by electricity. Battery life is longer in series-connected circuits than in parallel-connected circuits for the same battery or generator. For this reason, light bulbs that are powered by a battery must be connected in series for a longer burn time. The idea that the brightness will increase as the number of lamps increases or that the brightness will remain the same no matter how many lamps we add will lead to a possible misconception. At this point, the type of circuit is important and this mentioned situation is not possible in a series connected circuit. In series circuits, the brightness decreases as the number of lamps increases without the battery having to be replaced. As long as the number of batteries or generator remains the same, the brightness of the lamp will not change as the number of bulbs increases in connected parallel circuits. When we intend to light up a space, be it a home environment, an event hall or a campsite, the type of lamp connection (series or parallel) we have mentioned will determine whether the electricity we consume in the activity we carry out is economical or not.

A typical electronic circuit consists of various electronic components as resistors, transistors, and capacitors connected by conductive wires that allow electrical current to flow. Scientifically literate person has this knowledge in contrast to a scientifically illiterate person. The electricity that comes into our house is 220V. Many of the electrical devices we use in our homes do not use 220V directly, they use this voltage by reducing it with the help of a transformer at their inputs. These transformers can be found in the adapters of mobile phones, in the inside of televisions and at the entrances of computer

cases. These devices, whose main task is to reduce the alternating current (AC) voltage of 220V to low direct current (DC) voltages such as 24V, 12V, 5V, are given different names such as adapters and power supplies. Every electronic device we use in the 21st century contains a transformer, large or small (or hardware that does the same). Any device with a transformer, whether it is in use or not, continues to use electricity as long as it is plugged in. The current coming from the socket is continuous and is not interrupted unless you turn off the switch. This current, and therefore the power required by the device, must eventually decrease. To reduce this, the transformer is in continuous operation and will consume power (Oktay et al., 2022). Examples include mobile phone chargers, digital satellite receivers, smart TVs, PCs and laptops, and appliances that contain digital clocks (such as microwave ovens). We can expand the suggestions such as using a triple socket adapter. Some versions of this adapter have an on/off switch to conserve power when not in use.

Frequent use of your smartphone while it is charging can also cause the lithium-ion battery to drain faster than its normal rate. This is because the battery heats up both when you use and charge your phone. Doing both at the same time heats up the batter and puts a lot of strain on it. If you do this implementation regularly, it can lead to a compromised battery performance and reduced capacity to retain a full charge. This will cause the battery life of your smartphone to run out sooner than expected and you will need to buy a new battery or smartphone. It will definitely be a situation that we don't desire and is uneconomical.

Many people express that they leave electronic devices plugged into the socket (Oktay, 2022). This situation increases of the energy consumption of the household (Reaves, 2014; Streimikiene & Vveinhardt, 2015). A charger left plugged in continues to use electricity whether or not there is an electronic device connected to it. This not only increases the electricity bill (to a very small amount) but also shortens the life of your electronic device. However, looking at the household, every household has 5 to 10 chargers for various electronic devices. If we generalize this situation, we can talk about a great loss of energy throughout the country.

Discussion, Conclusion and Suggestions

This position paper exhibits people with SL skills will be able to use their knowledge to identify the electricity based situations. Overall, SL provides citizens with the knowledge and skills needed to navigate the complex world of electricity and make informed decisions about troubleshooting electrical problems. Through awareness of the three headings handled relevant to knowing electrical circuits, it is expected individuals will be able to determine better comprehension how SL is essential to increase the quality of their lives. One can argue at what point in our lives scientific knowledge of electrical circuits is more effective. However, it is evident that this knowledge has a more or less positive influence on our choices and behaviors in every moment of daily life. The examples given in the study may seem quite simple from a scientific point of view, but they relate to situations that each individual is familiar with from everyday life. It shows how a basic knowledge of electrical circuits can have a major impact on our lives as citizens.

It is necessary for individuals to have sufficient scientific knowledge to understand the applications of electrical circuits in daily life. If students (as future members of society) successfully learn the concept of electrical circuits, they can simplify their lives by using many electrical devices safely, conveniently, and sufficiently. By gaining the perspective of basic SL, students can realize that it provides to live and act in a society with reasonable comfort and confidence. They could break free from prejudices about why science is necessary and how they benefit from scientific knowledge throughout their lives. This awareness could motivate them to learn scientific concepts in a meaningful way and to integrate them into their everyday decisions. Therefore, as teachers or educators, we should give more examples of the application of scientific knowledge and give students the opportunity to relate their knowledge to everyday experiences. This is the only way to eliminate negative student attitudes towards science learning. In this way, we can welcome more productive and critically thinking people into society.

As an objection of this view, some educators argue that SL presents potential challenges (Hand et al., 2003; Klein, 2006). According to this argument, SL encompasses all activities associated with constructing, learning, and applying science. Therefore, the formation of scientific competence should include a variety of factors. Science literacy mainly sense related with enhanced comprehending the big

ideas of science and fuller participation in the public debate about science, technology, society, and environment issues. Unfortunately, at this point beliefs and cognitive perceptions of the people effect on their scientific literacy construction and it is difficult to come to a consensus.

It is claimed that scientifically sophisticated citizens are able to effectively negotiate their decisions in social world (Thomas and Durant, 1987). By providing this perspective, learners are also encouraged to improve their 21st century skills, such as scientific reasoning and problem-solving in their daily life experiences. SL fosters the individual's ability to think critically, which is a touchstone of 21st century skills. Sharon and Baram-Tsabari (2020) also refer to the same idea by emphasizing the concept of being open-minded to the implementation of SL. In their study Fortus et al. (2022) highlights development of SL stimulates students to foster an understanding of the nature of science through a core knowledge of scientific concepts with evidence-based reasoning as a lifelong science learner.

We can expand on the everyday examples related to electrical energy. The main thing here is to successfully transfer the basic information about electricity to the situations that we are faced with and draw conclusions from them. Adriyawati et al. (2020) indicate the importance of SL aspect of electricity as an alternative energy to enhance higher-order thinking skills of students. Susdarwati et al. (2021) have similarly highlighted the fundamental role of a scientific literacy-based learning model related to electrical circuits to develop higher order thinking skills which refer analyzing, evaluating, and creating.

Understanding the working principles of all the electronic devices around us is helpful for a better connection between SL and electricity scientific phenomenon. Not only for electrical circuits, but also for the transfer of other scientific phenomena to everyday situations, it is important to comprehend how it works. At this point, it would be wrong to limit it to physics-based science concepts. We can apply this to any discipline in science education. For example, the reason for using lemon powder to polish the kettle in chemistry. Minerals such as calcium and magnesium in tap water dry out and leave white traces (lime). Since lime has an alkaline feature, citric acid, which is acidic, neutralizes it, softening it and making it easier to remove. Calcium salts are formed when basic lime is reacted chemically with acidic citric acid. These salts are easily removed from the surface of the teapot by washing. This process not only prolongs the life of the teapot and provides economy (see 3. Economic Dimesion), but also protects our health (see 2. Personal Safety) by preventing the lime in the teapot from entering our body (calcium accumulating in the body causes kidney stone formation).

References

- Adriyawati, A., Utomo, E., Rahmawati, Y., & Mardiah, A. (2020). STEAM-Project-Based Learning integration to improve elementary school students' scientific literacy on alternative energy learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 1863-1873.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). *The Benchmarks for Science Literacy*. Published by Oxford University Press in 1993. New York: NY.
- Boulding, K. E., & Senesh, L. (1983). *The optimal utilization of knowledge: Making knowledge serve human betterment*. Boulder, CO: Westview Press.
- Brennan, R. P. (1992). *Dictionary of scientific literacy*. New York: John Wiley & Sons.
- Bybee, R. (2016). Scientific literacy. In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 944-946). Springer.
- Çepni, S., Ayvaci, H. Ş., & Bacanak, A. (2006). *Fen eğitimi yeni bir bakış: Fen-teknoloji-toplum*. Trabzon: PegemA Yayıncılık.
- DeBoer, G. E. (1991). *A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice*. Teachers College Press: New York, NY.
- DeBoer, G. E. (2006). Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In L. B. Flick and N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science* (pp. 17-35). Springer: The Netherlands.
- Derman, A. (2014). Bilimsel okuryazarlığın tesisinde fen öğretim programlarının rolü. *International Journal of Social Science (JASSS)*, 26, 143-157. <http://dx.doi.org/10.9761/JASSS2270>
- Dewey, J. (1904). *The Education situation*. University of Chicago Press: Chicago, IL.
- Dewey, J. (1910). Science as subject-matter and as method. *Science*, 31(787), 121-127.
- Divya, V., Sathya, A., Murali, Y., & Sudhakaran, M. (2017). Intelligent energy saving system based on standby power reduction for home environment. *International Journal of Global Engineering (IJGE)*, 1(3), 30-37.

- Durant, J. R. (1993). What is scientific literacy? In J. R. Durant & J. Gregory (Eds.), *Science and culture in Europe* (pp. 129– 137). London: Science Museum
- Durant, J. (1994). *What is scientific literacy?* *European Review*, 2, 83-89.
- Energy.Gov (n.d.). How does solar work. Retrieved July 29, 2022, from <https://www.energy.gov/eere/solar/how-does-solar-work#:~:text=When%20the%20sun%20shines%20onto,cell%2C%20causing%20electricity%20to%20flow>
- Fensham, Peter J. (2002). Time to change drivers for scientific literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(1), 9-24.
- Fortus, D., Lin, J., Neumann, K., & Sadler, T. D. (2022) The role of affect in science literacy for all. *International Journal of Science Education*, 44(4), 535-555.
- Go Concepts (n.d.). Why I no longer charge my mobile phone overnight and why you shouldn't either. Retrieved June 12, 2022, from <https://www.go-concepts.com/blog/why-i-no-longer-charge-my-mobile-phone-overnight-and-why-you-shouldnt-either/#:~:text=This%20is%20called%20a%20%E2%80%9Ctrickle.ambient%20temperature%20than%20it%20should>
- Good Energy (n.d.). How do solar panels work? Retrieved July 29, 2022, from <https://www.goodenergy.co.uk/how-do-solar-panels-work/>
- Hand, B. M., Alvermann, D. E., Gee, J., Guzzetti, B. J., Norris, S. P., Phillips, L. M. (2003). Message from the "Island Group": What is literacy in science literacy? *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 607-615.
- Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Education Leadership*, 16, 13-16.
- Hurd, P. D. (1975). Science, technology, and society: New goals for interdisciplinary science teaching. *The Science Teacher*, 42(2), 27-30.
- Hurd, P. D. (1998). Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. In S. Norris (Ed.), *Issues and Trends* (pp. 407-416). John Wiley & Sons, Inc.
- Keskin, H., Tezel, Ö., & Acat, M. B. (2016). Ortaokul öğrencilerinin fen ve teknoloji dersine ilişkin bilimsel okuryazarlık seviyeleri. *International Journal of Social Science (JASSS)*, 47, 1-18. <http://dx.doi.org/10.9761/JASSS3513>
- Klein, P. D. (2006). The Challenges of Scientific Literacy: From the viewpoint of second-generation cognitive science. *International Journal of Science Education*, (28)2-3, 143-178, DOI: 10.1080/09500690500336627
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. In S. Norris (Ed.), *Issues and Trends* (pp. 291-310) John Wiley & Sons, Inc.
- Küçüközer, H., & Kocakulah, S. (2007). Secondary school students' misconceptions about simple electric circuits. *Journal of Turkish Science Education*, 4(1), 101-115.
- Layton, D. (1973). *Science for the people*. New York: Science History Publications.
- Leach, J. & Scott, P. (2002). Designing and Evaluating Science Teaching Sequences: An Approach Drawing upon the Concept of Learning Demand and a Social Constructivist Perspective on Learning. *Studies in Science Education*, 38(1), 115-142. <https://doi.org/10.1080/03057260208560189>
- Liu, X. (2009). Beyond science literacy: science and the public. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 301-311.
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching: The role of History and Philosophy of Science*. Routledge: New York, NY.
- Meier, A. K. (2002, January 22-23). *A Worldwide Review of Standby Power Use in Homes*. In Proceedings of Symposium on Highly Efficient Use of Energy and Reduction of Its Environmental Impact, Osaka, Japan.
- Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- National Resource Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Research Council. (2011). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Next Generation Science Standards (2013). *The Next Generation Science Standards (NGSS)*. Retrieved May 18, 2022, from <http://www.nextgenscience.org/>
- Norris, S. & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.

- Oktaç, E. H. (2022). *Hane halkı elektrik tüketiminin azaltılmasında topluluk tabanlı sosyal pazarlama yaklaşımının kullanılması* (Tez No. 762315) [Yüksek lisans tezi, Kafkas Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı, Tez Merkezi.
- Oktaç, Z., Atalayın, Y., & Coşkun, C. (2022, December 20-23). *Konutlarda Kullanılan Cihazların Pasif Durumdaki Enerji Kayıpları ve Örnek Bir Hesaplama*. 1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences, Konya, Turkey.
- Pella, M. (1967). Science literacy and the h.s. curriculum. *School Science and Mathematics*, 67, 346-356.
- Prewett, K. (1983). Scientific literacy and democratic theory. *Daedalus*, 12, 49-64.
- Reaves, D. (2014). *Identifying Perceived Barriers and Benefit to Reducing Energy Consumption In An Affordable Housing Complex Using The Community- Based Social Marketing Model*. Colorado State University.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy / science literacy. In S. K. Abell, & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729-780). Lawrence Erlbaum.
- Sharon, A.J., & Baram-Tsabari, A. (2020). Can science literacy help individuals identify misinformation in everyday life? *Science Education*, 104, 873-894. <https://doi.org/10.1002/sce.21581>
- Sulsilah, H., Utari, S., & Saepuzaman, D. (2019). The application of scientific approach to improve scientific literacy on domain competency at secondary school on dynamic electricity topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3), 1-6.
- Susdarwati, S., Dimas, A., & Hannum, F. (2021). The development of scientific literacy-based physics learning module on direct current circuit material. *Journal of Physics: Conference Series*, 1869, 1-6.
- Thomas, G., & Durant, J. (1987). Why should we promote the public understanding of science? In M. Shortland (Ed.), *Scientific literacy papers* (pp. 1-14). Oxford, UK: Department for External Studies, University of Oxford.
- Vasiliu, A., Nedelcu, O., Magdun, O., & Sălişteanu, I. C. (2021). A study on the energy consumption of the electrical and electronic household and office equipment in standby and off-mode. *Scientific Bulletin of the Electrical Engineering Faculty*, 1(44), 26-30.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





Fen Okuryazarı Vatandaş Olmanın 21. Yüzyılda Günlük Yaşama Etkisi: Elektrik Devreleri Örneği

Selçuk ŞAHİNGÖZ¹

Özet

Alan yazında birçok çalışma fen okuryazarlığını sadece fen içerik bilgisini dikkate alarak değerlendirmektedir. Ancak, fen okuryazarlığının temel amacı bireyleri bilinçli kararlar alma ve giderek daha karmaşık ve teknoloji odaklı bir hale gelen dünyada anlamlı bir şekilde yaşama konusunda güçlendirmektir. 21. yy. becerileri ile fenin günlük yaşamdaki uygulamalarını anlamak daha da önemli hale gelmiştir. Öğrencilerin probleme dayalı eleştirel düşünme becerilerini uygulamak için fen disiplininin temel fikirlerini günlük yaşam durumlarıyla ilişkilendirmeleri gerekmektedir. Dünya genelinde fen müfredatı, fen okuryazarı öğrencileri geleceğin toplum üyeleri olarak yetiştirmeyi göz önünde bulundurmaktadır. Burada soru, fen okuryazarlığının uygulanmasının vatandaşların günlük yaşamını nasıl şekillendirdiğidir. Bu çalışma, farklı bakış açılarını açıklığa kavuşturarak bu soruyu cevaplamayı amaçlamaktadır. Fen okuryazarlığının bireylerin günlük yaşamını nasıl yönlendirdiğini anlamak için elektrik devreleri fen konusu incelenmiştir. Konuyla ilgili olarak üç ana bölüm tartışılmıştır. Bunlar; günlük yaşam uygulamaları, kişisel güvenlik ve ekonomik boyut başlıkları altında toplanmıştır. Bu görüş çalışması fen okuryazarlığının bireyleri bilinçli ve etkili vatandaşlara dönüştürmede önemli bir rol oynadığının altını çizmektedir. Elektrik devreleri olgusu bakımından fen okuryazarı olan bireylerin rahatlık v güven sağlaması sebebiyle daha iyi bir yaşam kalitesine sahip oldukları sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler

Fen eğitimi
Fen okuryazarlığı (FO)
Elektrik devreleri
Günlük yaşam
Görüş yazısı

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 27.07.2023
Kabul Tarihi: 26.08.2023
E-Yayın Tarihi: 31.08.2023

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Gazi Üniversitesi, Türkiye, selcuksahingoz@gazi.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-4884-7588>

Giriş

Modern bilimin başlangıcından bu yana, öğretmenler ve eğitimciler akademik bilimi öğrencilerin gerçek yaşamıyla ilişkilendirmeye odaklanmışlardır. Bu hedefe ulaşmak için müfredatta yer alan bilimsel bilginin günlük yaşam koşullarıyla bütünleştirilmesi zorunludur (Hurd, 1998). Eğitim politikalarını belirleyenler, 21. yüzyıl becerilerini göz önünde bulundurarak toplumun etkin vatandaşları olarak fen okuryazarı öğrenciler yetiştirmeyi düşünmektedir. Dewey (1904), fen okuryazarı öğrenciler yetiştirirken sorgulamaya dayalı uygulamaların ve deneysel öğrenme yöntemlerinin önemini savunur. Ayrıca Dewey (1910), sorgulamaya dayalı yöntemler yerine bilimsel olgu/yasa ile hazır bilgi arasındaki talimatların yetersiz uygulamalarını vurgulamaktadır. Bu bakış açısı, fen eğitiminde ve uygulamalarında devrim niteliğinde değişiklikler gerektirmektedir (Hurd, 1975). Güncellenen fen öğretimi standartları, fen okuryazarlığını (FO) fen eğitiminin merkezine taşımıştır (Keskin ve diğerleri, 2016).

Fen okuryazarlığının anlamı son zamanlarda eğitimciler tarafından daha da geliştirilmiş ve genişletilmiştir. Fen eğitiminin vizyonu, Ulusal Fen Eğitimi Standartları (NSES) tarafından FO ile ilişkili olarak yeniden tanımlanmıştır. Fen eğitimi için güncellenen standartlar, fen okuryazarlığına sahip öğrenciler ile toplum arasındaki güçlü ilişkiyi vurgulamaktadır (NRC, 1996). Amerikan Bilimsel Gelişme Derneği (AAAS, 1996), fen okuryazarlığının sadece bilimsel kariyer peşinde koşan bireyler için değil, aynı zamanda toplumda yaşayan bireyler için de gerekli olduğunu belirtmiştir. FO, bilimin vatandaşlık deneyimlerindeki uygulamalarıyla birlikte kavranmasını ifade eder (Bybee, 2016). Vatandaşlar, fen bilgisini günlük yaşamına entegre etmelidir. Eleştirel düşünme ve problem çözme gibi 21. yüzyıl becerileri sayesinde fen okuryazarlığından başarılı bir şekilde faydalanabilirler. Bu özellik, bireyin toplumun pratik ve etkili bir üyesi olma rolünü teşvik eder.

Fen ve toplum "vatandaşlık için fen" başlığı altında tartışılmaktadır (Kolstø, 2001). Demokratik toplum anlayışı, toplumun tüm kesimlerinden vatandaşların bilinçli karar alma sürecine aktif katılımına dayanır. Meslekten olmayanlar özellikle sosyobilimsel konularda kendi bakış açılarıyla katkıda bulunmalıdır. FO, kişisel, sosyal, politik, finansal meseleler ve yaşamla ilgili güçlendirilebilecek konular perspektifinde bilim hakkında rasyonel düşünmek için öngörülen vatandaşlık yeterliliğinin bir yönü olarak görülmektedir (Hurd, 1998).

Teknolojinin çok önemli bir yer tuttuğu günümüz dünyasında, FO giderek daha fazla talep görmektedir. Bilimsel kavramları anlamak, bilimsel muhakemeyi gerçek dünya sorunlarına uygulamak ve bilimsel bilgiyi etkili bir şekilde iletme, yolumuzu bulmak için çok önemlidir. Elektrik, modern toplumda en önemli ve yaygın olarak kullanılan bilimsel kavramlardan biridir ve onu anlamak ve onunla etkili bir şekilde çalışmak için fen okuryazarı olmak gerekir. Bu çalışma, özellikle elektrik alanındaki bilimsel kavramlar bağlamında, fen okuryazarlığının günlük yaşamdaki önemini keşfetmeyi amaçlamaktadır.

Bir görüş yazısı, bir konu ile ilgili tartışılabilir bir fikir etrafında yapılandırılır. Görüş yazısının temel amacı, okuyucuları bakış açımızın dikkate alınmaya değer olduğuna ikna etmektir. Bu görüş yazısında, FO ile günlük yaşam arasındaki ilişkiyi göstermek için fen okuryazarlığının işlevsel anlamını inceledim. Fen okuryazarı vatandaşların toplumdaki pratik rolünü elektrik devreleri fen kavramından yola çıkarak tartıştım. Çalışmanın kapsamı, elektrik devreleri bilgisinin toplumun bir üyesi olarak bireye nasıl fayda sağladığının anlaşılabilir bir sınıflandırmasını göstermektir. Görüş yazımda konuyu üç ana bölüm halinde düzenleyerek tartıştım. Bunlar günlük yaşam uygulamaları, kişisel güvenlik ve ekonomik boyuttur.

Fen Okuryazarı Vatandaşlar

İnsanlar sıklıkla şu soruyu soruyor: "Neden fen ilkelerini bilmemiz gerekiyor ve bunları günlük hayatta nerede kullanacağız? Fen eğitime yönelik bu önyargı ve olumsuz tutum, fen okuryazarı olmaktan kaynaklanmaktadır. Birçok öğrenci fenin bir ders olduğuna inanmakta ve fen bilgisini yaşamlarıyla ilişkilendirmeye çalışmamaktadır. Fen bilimlerinin önündeki engelleri kaldırmak için öncelikle feni nasıl yorumladığımızı netleştirmeliyiz. Bilimsel gerçekleri/yasaları günlük yaşamla ilişkilendirmek, etrafımızdaki dünyayı anlamlandırmanın tek yoludur. Bireyler bilimsel bilginin hayatlarını farklı açılardan kolaylaştırdığını fark etmelidir.

FO terimi bu düşünceye dayanır ve fen eğitiminin anlamlı bir şekilde anlaşılması için işlevsel fen bilgisi olarak tanımlanır (DeBoer, 2006). FO, iyi fen bilgisine sahip olmak anlamına gelmez (Durant,

1994). Bu bilgi ancak, karşılaşılan durumları açıklamak için dönüştürüldüğünde ölçülebilir. Fen okuryazarlığının içeriği farklı bağlamları kapsar; bu nedenle bilim insanları ve eğitimciler arasında tatmin edici bir FO nasıl oluşturulacağı konusunda bir fikir birliği yoktur (Fensham, 2002; Millar, 2006). Ulusal Bilim Vakfı (NSF), altmış yıl önce fen okuryazarlığını tanımlamaya çalışırken, fen okuryazarlığını disiplinlerin temel yapısını ve sorgulama yöntemlerini anlama açısından ele alıyordu (Layton, 1973). Prewett (1983) fen okuryazarlığını anlayışlı olma terimiyle ilişkilendirmiş ve bu kişilerin kafa karıştırıcı ve korkutucu durumlarda başarıya götüren beceri ve anlayışa sahip akıllı insanlar olduğu yorumunu yapmıştır. Bu bakımdan fen okuryazarlığı, bilimsel ve teknolojik açıdan oldukça gelişmiş bir toplumda hayatta kalabilmek için gerekli olan temel bir yetenek olarak tanımlanabilir. Boulding ve Senesh (1983) fen okuryazarlığını, bilimsel/teknolojik bilgiyi kullanma yeteneğini yapılandırmak olarak açıkladılar. Roberts (2007) fen okuryazarlığını, kavramsal bilgi ve uygulamaları öngörmeyi teşvik etmek yerine, geniş bir yelpazedeki kişisel ve sosyal konulardaki bilimsel bilgi ve uygulamaları anlamak olarak açıklamıştır. Bu bağlamlardan biri de bilimsel bilgi ile sosyal yaşam arasındaki ilişkidir. FO, halkın bilim anlayışını geliştirmeyi amaçlar (Durant, 1993). Fen ve toplum arasında güçlü bir ilişki vardır (Hurd, 1958; Matthews, 1994). FO günlük yaşamımızda karşılaştığımız olguları anlamamızı ve bilim ve teknolojiyi içeren kamusal konularda bilinçli kararlar almamızı sağlar (Brennan, 1992).

Ancak, fen öğretimi ile vatandaşların günlük yaşamda bilimden beklentileri arasında önemli bir uçurum vardır (Hurd, 1998). Öğrenciler sadece akademik bilim için değil, aynı zamanda vatandaş olarak problem çözmek ve bilime dayalı kararlar almak için de fen okuryazarlığına ihtiyaç duyarlar. FO, bilimsel bilginin gerçek hayatta nasıl işlediğini anlamak anlamına gelir. Bu nedenle, sanılanın aksine, FO sadece bilim insanlarının değil, sıradan insanların da sahip olması gereken bir beceridir (Durant, 1994). Hurd (1998), fen okuryazarlığının herkesin hayatını etkilediğini ve bilgi kullanıcıları olarak sosyal seçimlerini şekillendirdiğini savunmuştur. Ulusal Fen Eğitimi Standartları'na (NSES) göre, fen müfredatında FO, öğrencilerin bilimsel bilgiyi seçmesi, düzenlemesi ve üretken bir yaşam için kullanması gerekliliği anlamına gelir (NRC, 1996).

Pella (1967) fen eğitimi üzerine 100 yayını gözden geçirerek fen okuryazarlığının tanımını incelemiştir. Sonuçlar, birçok fen eğitimcisinin fen okuryazarlığını açıklamak için fen ve toplum arasındaki etkileşime atıfta bulunduğunu göstermektedir (DeBoer, 1991). NSES (NRC, 1996, s.22), fen okuryazarlığının "kişisel karar verme, kentsel ve kültürel işlere katılım ve ekonomik üretkenlik" için beceriler sağladığını belirtmektedir. Standartlar, öğrencilerin fen okuryazarı vatandaşlar olmaları gerektiğini belirtmektedir. Yerel ve ulusal sorunları tanımlayabilmeli ve bilimsel ve teknolojik yönleri hakkında karar verebilmelidirler. Thomas ve Durant (1987) fen okuryazarı üyelerin bilim ve teknolojiyle ilgili donanımlı bir toplum geliştirdiğini ileri sürmüştür. Bu da günlük yaşamın verimli olmasını sağlar. Örneğin, fen okuryazarı vatandaşlar beslenme, sağlık hizmetleri, tüketici tercihleri ve güvenlik konularında daha iyi kararlar alırlar. FO anlayışı aynı zamanda ekonomik kalkınma ve ulusal güvenliğin sağlanmasına da yardımcı olur (Lui, 2009).

Buna göre, fen bilimleri alan bilgisinin anlaşılması ve günlük hayata uygulanması ile analitik akıl yürütme becerileri aracılığıyla bilimsel bilginin problem çözmeye uygulanması fen okuryazarlığının temel bileşenleridir (Norris ve Phillips, 2003, Çepni vd., 2006). Fenin günlük yaşamın kalitesine katkı sağlayan ve her geçen gün artan işlevsel boyutu düşünüldüğünde FO daha da önemli hale gelmektedir (Derman, 2014).

Elektrik Devreleri: Bir Enerji Uygulaması

Elektrik, fizikte elektrik yükünün malzemelerden akışını inceleyen temel bir olgudur. Birçok modern teknolojinin arkasındaki itici güçtür ve evlerden ulaşım sistemlerine kadar her şeye güç sağlamak için kullanılır. Devreler, voltaj ve akım gibi temel elektrik prensiplerini anlamak, elektriği güvenli ve verimli bir şekilde kullanmak için gereklidir. Bir elektrik devresi, fizikteki enerji türlerinden biri olan elektriğin akım tabanlı bir uygulamasıdır. Birçok yaygın elektronik cihaz elektrik devrelerine dayanmaktadır. Bu nedenle, elektrik devrelerinin günlük hayatta nasıl çalıştığını anlamak gerekir. Elektrik devreleri kavramı ilk olarak ilköğretim öğrencilerine tanıtılır. Basit elektrik devreleri modeline göre, öğrencilerin elektrik ve elektrik akımı ile ilgili günlük görüşleri kazanmalarını beklenmektedir (Leach & Scott, 2002, s.132):

- Piller biter;
- Elektrik nesnelere çalışmasını sağlar;
- Akım, elektrik, volt, güç aynı türden şeylerdir;
- Elektrik ve elektrik akımı akar.

Gelecek Nesil Bilim Standartları'ndaki (NGSS, 2013) öğrenme hedefleri, elektrik akımı ve elektrik devreleri yoluyla enerjiyle ilgili bilimsel fikirleri tanımlar. Bu, elektrik devrelerinin elektrik enerjisini pil gibi kaynaklardan cihazlara nasıl aktardığını ve enerjinin neden tam bir devrede aktığını yeterince anlamayı ve açıklamayı içerir. Buna ek olarak, standartlar öğrencilerin hangi malzemelerin iletken hangilerinin yalıtkan olduğunu tanımlamalarını ve seri ve paralel devreleri karşılaştırmalarını gerektirir (AAAS, 1993; NRC 2011; NGSS 2013). Elektrik akımı aynı zamanda elektrik enerjisini hareket, ses, ısı veya ışık şeklinde aktarmak için de kullanılır (NGSS, 2013).

Bu görüş yazısı, öğrenme hedefleriyle birlikte elektrik devrelerini anlamamın, fizik ve bilimle ilgili alanlarda yükseköğrenim ve/veya kariyer yapmayı planlayıp planlamadıklarına bakılmaksızın, geleceğin vatandaşları olarak tüm öğrenciler için neden önemli bir bilgi olarak görülmesi gerektiğinin ana nedenlerini ele almaktadır. Yeterli FO ile toplumun pratik bir üyesi olmak arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılmasını sağlamak için bölümlerin her biri, günlük yaşamdaki elektrikle ilgili durumlardan örneklerle gösterilmiştir.

1. Günlük Yaşam Uygulamaları

Günümüzde elektrik, modern uygarlığın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Hayatımızı daha konforlu ve verimli hale getirmek için elektrikten birçok şekilde faydalanıyoruz. Bilim ve teknoloji hızla değişiyor ve gelişiyor olsa da, elektrik devrelerine ilişkin temel bilgiler 21. yüzyılda birçok teknolojik cihazı tanımlamak ve geliştirmek için hala önemlidir. Elektrik, günlük hayatta çeşitli durumlarla bütünleştirilebilen yaygın bir bilimsel olgudur (Sulsilah, Utari ve Saepuzaman, 2019). Vatandaşlar akıllı telefon, tablet, dizüstü bilgisayar, televizyon, kahve makinesi, ısıtıcı, ampul ve saç kurutma makinesi gibi birçok elektronik cihaz aracılığıyla elektrik akımından yararlandıkları için elektrik devrelerinin çalışma prensibini kestirmelidir. İnsanlar, basit bir elektrik devresi döngüsü hakkında temel bilgiler edinerek elektrikli aletlerle ilgili günlük sorunlarını çözebileceklerdir.

Örneğin, bireyler elektrik enerjisinin elektrik akımı ile ilişkili olduğunu ve sadece tam döngülü bir elektrik devresinden (kapalı elektrik devresi) geçebileceğini bildiklerinde bir elektrik lambasının nasıl parladığını derinlemesine anlayabilir ve lamba parlamadığında sorunun ne olduğunu belirleyebilirler. Eğer insanlar ışığı açtıkları halde lamba yanmıyorsa, devrede elektrik akımı olmadığını görebileceklerdir. Başka bir deyişle, apartmanda, hatta belki de tüm sokak veya caddede elektrik kesintisi var demektir. Aynı zamanda, evdeki diğer elektrikli aletlerin çalıştığını farkında olabilirler, bu nedenle ampulün yanmış olması gerektiği sonucuna varabilirler. Bu noktada, insanlar sorunu çözmek için ampülü yenisiyle değiştirmenin gerekli olduğunu bilirler. Basit bir elektrik devresinin temel şemasını ve nasıl çalıştığını hatırlayabilirler. Bu durum, kanıta dayalı sonuçlar çıkarmalarını sağlayacaktır. Bu basit bir örnek olabilir, ancak elektrik devresi kavramı, elektrik sorunlarını gidermekle karşı karşıya kaldığında benzer birçok durumda yardımcı olur.

Akıllı telefon, insanların en iyi bilinen sahip olduğu elektronik cihazlardan biridir. Elektrik devreleri kavramı hakkında bilimsel bir anlayışa sahip olan herkes, bir akıllı telefonun düzenli olarak şarj edilmesi gerektiğini bilir. Ne yazık ki, fen okuryazarı olmayan insanlar genellikle telefonlarını gece boyunca şarj ederler. Telefonunuzu %100 şarj etmek muhtemelen sadece birkaç saat sürer. Ya da bu kişiler akıllı telefonlarını prize takılıken kullanmaya devam ederler. Gerçek şu ki, akıllı telefonunuz tamamen şarj olduğunda, telefonun içinde bulunan donanımı korumak için şarj cihazından elektrik akımı çekmeyi durdurur. Bu, akıllı telefonunuzu prize taksanız bile şarj cihazının elektriği keseceği anlamına gelir. Akıllı telefonunuzu gece boyunca şarjda tutmanız durumunda, şarj cihazı telefonunuzun doğal olarak kaybettiği az miktarda şarjı telafi etmek için şarj seviyesini %100'de tutmaya çalışır. Sonuç olarak, telefonunuz sürekli olarak tam şarj ile tam şarjdan daha az bir şarj arasında gidip gelir. Bu kademeli şarjlar, telefonunuzun çevresindeki ortam sıcaklığının yükselmesine neden olur ve bu da zamanla batarya kapasitesini azaltabilir. Bu süreç dizüstü bilgisayarınızı veya pille çalışan diğer cihazları şarj etmek için de geçerlidir. Elektrik devrelerinin nasıl çalıştığını iyi anlamak, fen okuryazarlığına sahip kişilerin bu potansiyel sorunun üstesinden gelmesine yardımcı olacaktır. Bir cep

telefonunu uzun süre prize takılı bırakmanın telefonun pil ömrünü azaltacağını kolayca öğrenebilir ve bundan kaçınabilirsiniz (GO Concepts, t.y.).

Öte yandan, özellikle gök gürültülü sağanak yağışların beklendiği bir bölgede yaşayan bireylerin elektrik devreleri hakkında daha fazla bilimsel bilgiye ihtiyaçları vardır. Önlem almadığımız takdirde yıldırımın elektronik cihazlarımıza zarar vermesi mümkündür. Birçok elektronik cihaz, yıldırımın neden olduğu aşırı gerilim hasarı nedeniyle bozulmaktadır. Yıldırım hasarının ana nedeni, yıldırım enerjisinin kablolar ve borular aracılığıyla binalara girmesidir. Fen okuryazarlığına sahip kişiler elektronik cihazları kullanırken olası sorunlara karşı aşırı gerilim koruyucular da dâhil olmak üzere önlem alırlar. Ya da yıldırım hasarının zararlı etkisinden kaçınmak için elektronik cihazların fişini çekerek açık elektrik devresi sağlarlar.

Örnekleri genişletmek için güneş panellerinden de bahsedebiliriz. Bireyler şu anda günlük yaşamda çeşitli güneş panellerinin kullanımına aşinadır (su ısıtmak, evi aydınlatmak, elektronik cihazları şarj etmek vb.) Bu paneller temel olarak fotovoltaiik (PV) hücreler aracılığıyla güneş ışığından enerji emerek çalışır. Hücrelerdeki dahili bir elektrik alanı tarafından bir elektrik yükü oluşturulur ve bu da elektrik akışına neden olur (Energy.Gov, n.d.). Güneş panellerinin verimliliği hakkında yaygın bir yanlış kanı vardır. Güneş panellerinin en fazla elektriği yaz aylarında ürettiği, çünkü çalışmak için daha yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duydukları yaygın bir yanılgıdır. Yaygın inanışın aksine, daha yüksek sıcaklıklar ve daha yoğun güneş ışığı genellikle birbiriyle ilişkilidir. Aslında, güneş panelleri aşırı sıcak veya soğuk olduğunda, daha az etkili hale gelirler (Good Energy, t.y.). Bu noktada, daha iyi bakım ve maksimum performans sağlamak için PV panelinin çalışma prensiplerini anlamak çok önemlidir.

FO, insanların elektrikli aletleri daha etkin kullanmalarını sağlar. Cihazları için seyrek olarak bakım, onarım ihtiyacı duyarlar ve bu da cihazların uzun ömürlü kullanımını sağlar. Bu hususu aşağıda "Ekonomik Boyut" olarak adlandırılan diğer bölümle de ilişkilendirebiliriz.

2. Kişisel Güvenlik

Bireyler kendilerini elektriğin tehlikeli etkilerinden korumak için elektrik devreleri kavramını anlamalıdır. Elektrik akımı, bir kişinin doğrudan maruz kalması halinde elektrik çarpmasına, yaralanmaya veya ölüme neden olabilir. Bu nedenle, ister bir elektronik cihazı tamir ederken veya şarj ederken, ister bir ampülü değiştirirken veya bir araba kazasının ardından olsun, elektrikle çalışırken güvenlik önemli bir husustur. Güvenliği sağlamak için elektrikle ilgili iki önemli bilimsel gerçek bilinmelidir. İnsanlar elektrik devresinde akım olduğundan emin olmalı, yani devrenin açık veya kapalı olup olmadığını kontrol etmelidir. Bununla birlikte insanlar iletken-yalıtkan malzemelerin özellikleri hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Bu noktada elektrik devrelerinin kökenini bilmek, kendimizi ve başkalarını elektrik çarpmasından nasıl koruyabileceğimiz konusunda birçok fayda sağlar.

Elektrik devrelerinin net bir şekilde anlaşılması, potansiyel tehlikeleri tanımanızı ve elektrik çarpmalarını önlemek için önlemler almanızı sağlar. Topraklamayı ve ne anlama geldiğini bilmek, elektrikli cihazların uygun şekilde topraklanmasını sağlamaya yardımcı olabilir. Bu, aşırı gerilim oluşumunu önler ve elektrik çarpması riskini azaltır. Örneğin, yüksek voltajlı elektrik hatlarının üzerinde duran kuşları gözlemlediğimizde onları elektrik çarpmadığını görebiliriz. Öte yandan, tel kopar ve yere düşerse, telin üzerinde duran kuşlar şoka girecektir (Susdarwati, Dimas ve Hannum, 2021). Potansiyel farkından kaynaklanan bu durumu öngörebilmek ve buna göre hareket edebilmek için fen okuryazarı bir kişiye ihtiyaç vardır. Başka bir örnek vermek gerekirse, iyi bilgilendirilmiş (fen okuryazarlığına sahip) insanlar elektriğin kendileri üzerinde ne gibi olumsuz etkileri olabileceğini öngörebilirler. Bu kişiler elektrik çarpması durumunda elektrik yaralanmalarını önleyebilirler. Elektriğin kapalı devrelerde aktığını bildiklerinden, gücü sigorta kutusundan kapatmadan önce herhangi bir işten bağlantının kesilmesinin önemli olduğunu bilirler. Ayrıca iletkenler ve yalıtkanlar arasındaki farkı da ayırt edebilirler. Yalıtkanların aksine iletkenlerin elektronları çok kolay taşıdığını kolayca anlayabilirler. Bir elektrik çarpması durumunda, iletken malzemelerle elektrik şoku geçiren kişi ile etkileşimde bulunmayacaktır. Kaynağı kendilerinden ve yaralı kişiden uzaklaştırmak için karton, plastik veya tahta gibi kuru, iletken olmayan bir nesneyi en iyi şekilde nasıl kullanacaklarını bilirler.

Elektrik devrelerini bilmek aşırı yüklenmeleri ve elektrik yangınlarını önlemenize yardımcı olabilir. Devre kesicileri ve sigortaları öğrenirseniz, devreleri aşırı yüklerden korumak için bunları etkili bir şekilde kullanabilirsiniz. Bir devre kesicinin (sigortanın) atmış olduğunu fark ettiğinizde, devre kesiciyi (sigortayı) sıfırlamadan önce nedenini araştırabilir ve düzeltebilirsiniz. Bu arada, elektrik yükü

kavramını bilmek, bir devrenin aşırı yüklenmesini önlemek için elektrikli cihazları ve aletleri farklı devrelere dağıtmanıza da yardımcı olacaktır. Aşırı yüklenmiş elektrik devreleri aşırı ısınmaya ve dolayısıyla yangınlara neden olabilir. Örneğin, doğal afetler hayatımızın bir parçasıdır ve depremler de bunlardan biridir. Bu felaketle karşı karşıya kalan insanların bilimsel bilgiye ihtiyacı vardır. Deprem sonrasında, hasar görmüş elektrik tesisatı nedeniyle kaçak gerilimler (yani elektrik devrelerinin bozulması) olabilir. Bu durumda, eğer bir binanın içindeyseniz, kendinizi olası yangın ve patlamalardan korumalısınız. En iyi davranış, gaz kaçağı olmadığında akım akışını durdurmak için gücü kapatmaktır. Hasarlı elektrik tesisatı nedeniyle bir araba kazasından sonra da yangın veya patlama meydana gelebilir. Fen okuryazarlığına sahip insanlar bu tür durumları anlayabilir ve hızlı hareket edebilirler. Binayı ya da kaza yapan arabayı derhal terk ederler.

Elektrik devreleri olgusunu anlamak, elektrikli aletleri güvenli bir şekilde kullanma becerinizi geliştirir. Voltaj, akım ve direnç arasındaki ilişkiyi bilmek, farklı cihazların güç gereksinimlerini anlamana yardımcı olabilir. Bu bilgi, farklı cihazlar için uygun voltaj seviyelerinin ve akım değerlerinin seçilmesine yardımcı olacaktır. Seri ve paralel devreler arasındaki farkların bilinmesi de elektrikli cihazların güvenli bir şekilde düzenlenmesine yardımcı olur. Örneğin, ışıkların paralel bir devrede nasıl bağlandığını anlamak, bir ampulün arızalanması durumunda diğerlerinin çalışmaya devam etmesini sağlar.

3. Ekonomik Boyut

Ekonomik nedenlerden dolayı, bireyler elektrik devreleri kavramını öğrenmelidir. Onlar toplumun üyeleridir ve geçimlerini sağlamak için kendi bütçelerini yönetmek zorundadırlar. Bu nedenle elektronik cihazlarını ucuz bir şekilde kullanmayı tercih ederler. FO olmayan kişilerin, elektrik devrelerinin alternatif enerji uygulamaları ve enerjiden nasıl tasarruf edileceği hakkındaki bilimsel fikirlerini aktarmaları zor olabilir (Adriyawati, Utomo, Rahmawati ve Mardiah, 2020). Örneğin, fen okuryazarlığına sahip kişiler yüksek voltajlı ampul kullanımının elektrik faturalarını artırdığını düşünmektedir. Bu kişiler enerji tasarruflu lambaları tercih etmektedir. Geleneksel akkor ampullerden vazgeçip halojen ampuller, kompakt floresan ampuller (CFL'ler) ve ışık yayan diyotlar (LED'ler) gibi maliyet tasarrufu sağlayan seçenekleri tercih etmektedirler. Bu tür ampuller, geleneksel ampullerin aksine, kullanım sırasında geleneksel ampullerden daha az termal enerji yayar. Daha düşük watt değerlerinde bile aynı parlaklığı sunarlar.

Öte yandan, ev elektroniğindeki çoğu elektronik cihaz, enerji kayıplarını önlemek amacıyla şebekeden çalıştırılmaktadır. Güç kaybı sorununa tipik bir örnek televizyondur (TV). Ne yazık ki, insanlar hiçbir şey izlemedikleri zamanlarda bile televizyonu bekleme modunda bırakmaktadır. Elektrikçiler, elektrikli bir aleti bekleme modunda bırakmanın enerji israfı olduğunu söylerler. Ancak elektrik devrelerine aşına olan kişiler, elektrik devresi kapalı olduğu için TV'nin hala enerji kullandığını fark edebilirler. Elektronik cihazlarını bekleme modunda bırakmamayı ve tasarruf etmeyi tercih ederler. Elektronik cihazlar bekleme modunda da enerji tüketmeye devam eder (Divya et al., 2017, Vasiliu, 2021). Bu cihazlar elektrik devreleri içerir. Cihaz fişe bağlı olduğu sürece bu devre enerji tüketir. Cihaz bekleme konumundayken bile devre enerji tüketmeye devam eder. Araştırmalar, ortalama bir konut binasında elektronik cihazların bekleme modunda bırakılmasının bir yıl boyunca %34'e varan enerji kaybına yol açtığını göstermektedir (Vasiliu, 2021). Elektronik cihazların bekleme modundaki enerji tüketimi yalnızca elektrik enerjisinden oluşur ve küresel araştırmalara göre enerji tüketiminin %3 ila %10'unu oluşturur (Meier, 2002).

Başka bir örneğe bakacak olursak, bilimsel olarak fen okuryazarlığı olmayan bireyler devre bağlantı türünü tahmin etme konusunda yanlışlara sahip olabilir (Küçüközer ve Kocakulah, 2007). Bu durum elektrik enerjisinin boşa harcanmasına yol açabilir. Seri bağlı devrelerde pil ömrü, aynı pil veya jeneratör için paralel bağlı devrelere göre daha uzundur. Bu nedenle batarya ile çalışan ampullerin daha uzun yanma süresi için seri bağlanması gerekir. Lamba sayısı arttıkça parlaklığın artacağı ya da ne kadar lamba eklersek ekleyelim parlaklığın aynı kalacağı düşüncesi olası bir yanılgıya yol açacaktır. Bu noktada devre tipi önemlidir ve seri bağlı bir devrede bahsedilen bu durum mümkün değildir. Seri bağlı devrelerde lamba sayısı arttıkça pilin değiştirilmesine gerek kalmadan parlaklık azalır. Paralel bağlı devrelerde ise pil veya jeneratör sayısı aynı kaldığı sürece ampul sayısı arttıkça lambanın parlaklığı değişmeyecektir. İster ev ortamı, ister bir etkinlik salonu ya da bir kamp alanı olsun bir mekânı

aydınlatmaya karar verdiğimizde bahsettiğimiz lamba bağlantı şekli (seri ya da paralel) gerçekleştirdiğimiz faaliyette tükettiğimiz elektriğin ekonomik olup olmadığını belirleyecektir.

Tipik bir elektronik devre, elektrik akımının akmasını sağlayan iletken tellerle birbirine bağlanmış dirençler, transistörler ve kapasitörler gibi çeşitli elektronik bileşenlerden oluşur. Fen okuyazarı bir kişi, fen okuyazarı olmayan bir kişinin aksine bu bilgiye sahiptir. Evimize gelen elektrik 220V(volt)'dur. Evlerimizde kullandığımız elektrikli cihazların birçoğu 220V'u doğrudan kullanmaz, girişlerinde bulunan bir transformatör yardımıyla bu gerilimi düşürerek kullanırlar. Bu trafolar cep telefonlarının adaptörlerinde, televizyonların iç kısımlarında ve bilgisayar kasalarının girişlerinde bulunabilir. Temel görevi 220V'luk alternatif akım (AC) gerilimini 24V, 12V, 5V gibi düşük doğru akım (DC) gerilimlerine düşürmek olan bu cihazlara adaptör, güç kaynağı gibi farklı isimler verilmektedir. 21'inci yüzyılda kullandığımız her elektronik cihaz, büyük ya da küçük bir transformatör (ya da aynısını yapan bir donanım) içerir. Transformatörlü herhangi bir cihaz, kullanımda olsun ya da olmasın, fişe takılı olduğu sürece elektrik kullanmaya devam eder. Prizden gelen akım süreklidir ve anahtarı kapatmadığınız sürece kesilmez. Bu akımın ve dolayısıyla cihazın ihtiyaç duyduğu gücün eninde sonunda azalması gerekir. Bunu azaltmak için transformatör sürekli çalışır ve güç tüketir (Oktay vd., 2022). Örnekler arasında cep telefonu şarj cihazları, dijital uydu alıcıları, akıllı TV'ler, PC'ler ve dizüstü bilgisayarlar ve dijital saat içeren cihazlar (mikrodalga fırınlar gibi) yer almaktadır. Üçlü priz adaptörü kullanmak gibi önerileri genişletebiliriz. Bu adaptörün bazı versiyonlarında, kullanılmadığında güç tasarrufu sağlamak için bir açma/kapama düğmesi bulunmaktadır.

Akıllı telefonunuzu şarj olurken sık sık kullanmak da lityum iyon pilin normal hızından daha hızlı boşalmasına neden olabilir. Bunun nedeni, telefonunuzu hem kullanırken hem de şarj ederken pilin ısınmasıdır. Her ikisini aynı anda yapmak bataryayı ısıtır ve üzerine çok fazla yük bindirir. Bu uygulamayı düzenli olarak yaparsanız, pil performansının düşmesine ve tam şarj tutma kapasitesinin azalmasına neden olabilir. Bu da akıllı telefonunuzun pil ömrünün beklenenden daha erken bitmesine neden olacak ve yeni bir pil ya da akıllı telefon satın almanız gerekecektir. Bu kesinlikle arzu etmediğimiz ve ekonomik olmayan bir durum olacaktır.

Birçok kişi elektronik cihazları prizde takılı bıraktığını ifade etmektedir (Oktay, 2022). Bu durum hane halkının enerji tüketimini artırmaktadır (Reaves, 2014; Streimikiene & Vveinhardt, 2015). Prizde takılı bırakılan bir şarj cihazı, kendisine bağlı bir elektronik cihaz olsun ya da olmasın elektrik kullanmaya devam etmektedir. Bu sadece elektrik faturasını (çok küçük bir miktar için) artırmakla kalmaz, aynı zamanda elektronik cihazınızın ömrünü de kısaltır. Ancak hane halkına baktığımızda her evde çeşitli elektronik cihazlar için 5 ila 10 şarj aleti bulunuyor. Bu durumu genelleştirecek olursak ülke genelinde büyük bir enerji kaybından bahsedebiliriz.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu görüş yazısı, FO becerilerine sahip kişilerin elektrik temelli durumları tanımlamak için bilgilerinin kullanabileceklerini göstermektedir. Genel olarak, FO vatandaşlara karmaşık elektrik dünyasında gezinmek ve elektrik sorunlarını giderme konusunda bilinçli kararlar almak için gereken bilgi ve becerileri sağlar. Elektrik devrelerini bilmekle ilgili olarak ele alınan üç başlığın farkındalığı sayesinde, bireylerin fen okuyazarlığının yaşam kalitelerini artırmak için ne kadar gerekli olduğunu daha iyi anlayabilmeleri beklenmektedir. Elektrik devrelerine ilişkin bilimsel bilginin hayatımızın hangi noktasında daha etkili olduğu tartışılabilir. Ancak bu bilginin günlük yaşamın her anında seçimlerimiz ve davranışlarımız üzerinde az ya da çok olumlu bir etkiye sahip olduğu açıktır. Çalışmada verilen örnekler bilimsel açıdan oldukça basit görünebilir, ancak her bireyin günlük yaşamdan aşına olduğu durumlarla ilgilidir. Bu çalışma, elektrik devrelerine ilişkin temel bir bilginin vatandaşlar olarak hayatlarımız üzerinde nasıl büyük bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir.

Elektrik devrelerinin günlük hayattaki uygulamalarını anlamak için bireylerin yeterli bilimsel bilgiye sahip olması gerekmektedir. Öğrenciler (toplumun gelecekteki üyeleri olarak) elektrik devreleri kavramını başarılı bir şekilde öğrenirlerse, birçok elektrikli cihazı güvenli, rahat ve yeterli bir şekilde kullanarak hayatlarını kolaylaştırabilirler. Öğrenciler, temel FO bakış açısını kazanarak, bunun bir toplumda makul rahatlık ve güvenle yaşamayı ve hareket etmeyi sağladığını fark edebilirler. Bilimin neden gerekli olduğu ve yaşamları boyunca bilimsel bilgidен nasıl faydalanacakları konusundaki önyargılarından kurtulabilirler. Bu farkındalık onları bilimsel kavramları anlamlı bir şekilde öğrenmeye ve bunları günlük kararları ile bütünleştirmeye motive edebilir. Bu nedenle, öğretmenler ya da

eğitimciler olarak, bilimsel bilginin uygulanmasına dair daha fazla örnek vermeli ve öğrencilere bilgilerini günlük deneyimlerle ilişkilendirme fırsatı sunmalıyız. Öğrencilerin fen öğrenimine yönelik olumsuz tutumlarını ortadan kaldırmanın tek yolu budur. Bu şekilde topluma daha üretken ve eleştirel düşünen insanlar kazandırabiliriz.

Bu görüşe karşı bazı eğitimciler fen okuryazarlığının potansiyel zorluklar sunduğunu savunuyorlar (Hand ve diğerleri, 2003; Klein, 2006). Bu argümana göre FO, bilimi inşa etme, öğrenme ve uygulamaya ilgili tüm etkinlikleri kapsar. Bu nedenle bilimsel yeterliliğin oluşmasında çeşitli faktörlerin yer alması gerekmektedir. Fen okuryazarlığı temel olarak bilimin büyük fikirlerinin daha iyi anlaşılmasıyla ve bilim, teknoloji, toplum ve çevre sorunları hakkındaki kamusal tartışmalara tam katılımı ilişkilidir. Ne yazık ki bu noktada insanların inançları ve bilişsel algıları bilimsel okuryazarlık yapılarını etkilemektedir ve fikir birliğine varmak zordur.

Bilimsel olarak çok gelişmiş olan vatandaşların sosyal dünyada kararlarını etkili bir şekilde müzakere edebilecekleri iddia edilmektedir (Thomas ve Durant, 1987). Bu bakış açısının sağlanmasıyla öğrenciler, günlük yaşam deneyimlerinde bilimsel akıl yürütme ve problem çözme gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeye de teşvik edilmiş olurlar. FO, bireyin 21. yüzyıl becerilerinin mihenk taşı olan eleştirel düşünme yeteneğini geliştirir. Sharon ve Baram-Tsabari (2020) de FO'nun uygulanmasında açık fikirli olma kavramına vurgu yaparak aynı fikre atıfta bulunmaktadır. Fortus ve diğerleri (2022) çalışmalarında, fen okuryazarlığının geliştirilmesinin, öğrencileri yaşam boyu bilim öğrenen biri olarak kanıta dayalı akıl yürütme ile bilimsel kavramların temel bilgisi aracılığıyla bilimin doğasına ilişkin bir anlayış geliştirmeye teşvik ettiğini vurgulamaktadır.

Elektrik enerjisi ile ilgili günlük örnekleri genişletebiliriz. Burada önemli olan, elektrik ile ilgili temel bilgileri karşılaştığımız durumlara başarılı bir şekilde aktarmak ve bunlardan sonuçlar çıkarmaktır. Adriyawati ve diğerleri (2020), öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmek için alternatif bir enerji türü olarak elektriğin FO yönünün önemine işaret etmektedir. Susdarwati ve diğerleri (2021) de benzer şekilde, elektrik devreleriyle ilgili fen okuryazarlığı temelli bir öğrenme modelinin analiz etme, değerlendirme ve üretme gibi üst düzey düşünme becerilerini geliştirmedeki temel rolünü vurgulamıştır.

Etrafımızdaki tüm elektronik cihazların çalışma prensiplerini anlamak, FO ve elektrik bilimsel olgusu arasında daha iyi bir bağlantı kurmak için yararlıdır. Sadece elektrik devreleri için değil, diğer bilimsel olguların günlük durumlara aktarılması için de nasıl çalıştığını kavramak önemlidir. Bu noktada fizik temelli bilim kavramlarıyla sınırlandırmak yanlış olur. Bunu fen eğitimindeki herhangi bir disipline uygulayabiliriz. Örneğin kimyada çaydanlığı parlatmak için limon tozu kullanmanın nedeni gibi. Musluk suyunda bulunan kalsiyum ve magnezyum gibi mineraller kuruyarak beyaz izler (kireç) bırakır. Kireç, alkali bir özelliğe sahip olduğu için asidik olan sitrik asit, onu nötralize ederek yumuşatır ve çıkarılmasını kolaylaştırır. Bazik yapıda olan kireç asidik yapıda olan limon tuzu ile kimyasal tepkiye sokulduğunda kalsiyum tuzları oluşur. Bu tuzlar yıkama ile çaydanlık yüzeyinden kolayca uzaklaştırılır. Bu işlem hem kullandığımız çaydanlığın ömrünü uzatarak ekonomiklik sağlar (bkz. 3. Ekonomik Boyut) hem de çaydanlığın içerisinde yer alan kirecin vücudumuza girmesini engelleyerek (bkz. 2. Kişisel Güvenlik) (vücutta biriken kalsiyum böbrek taşı oluşumuna neden olur) sağlığımızı korur.

Kaynakça

- Adriyawati, A., Utomo, E., Rahmawati, Y., & Mardiah, A. (2020). STEAM-Project-Based Learning integration to improve elementary school students' scientific literacy on alternative energy learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 1863-1873.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). *The Benchmarks for Science Literacy*. Published by Oxford University Press in 1993. New York: NY.
- Boulding, K. E., & Senesh, L. (1983). *The optimal utilization of knowledge: Making knowledge serve human betterment*. Boulder, CO: Westview Press.
- Brennan, R. P. (1992). *Dictionary of scientific literacy*. New York: John Wiley & Sons.
- Bybee, R. (2016). Scientific literacy. In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 944-946). Springer.
- Çepni, S., Ayvaci, H. Ş., & Bacanak, A. (2006). *Fen eğitimine yeni bir bakış: Fen-teknoloji-toplum*. Trabzon: PegemA Yayıncılık.

- DeBoer, G. E. (1991). *A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice*. Teachers College Press: New York, NY.
- DeBoer, G. E. (2006). Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In L. B. Flick and N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science* (pp. 17-35). Springer: The Netherlands.
- Derman, A. (2014). Bilimsel okuryazarlığın tesisinde fen öğretim programlarının rolü. *International Journal of Social Science (JASSS)*, 26, 143-157. <http://dx.doi.org/10.9761/JASSS2270>
- Dewey, J. (1904). *The Education situation*. University of Chicago Press: Chicago, IL.
- Dewey, J. (1910). Science as subject-matter and as method. *Science*, 31(787), 121-127.
- Divya, V., Sathya, A., Murali, Y., & Sudhakaran, M. (2017). Intelligent energy saving system based on standby power reduction for home environment. *International Journal of Global Engineering (IJGE)*, 1(3), 30-37.
- Durant, J. R. (1993). What is scientific literacy? In J. R. Durant & J. Gregory (Eds.), *Science and culture in Europe* (pp. 129– 137). London: Science Museum
- Durant, J. (1994). *What is scientific literacy?* European Review, 2, 83-89.
- Energy.Gov (n.d.). How does solar work. Retrieved July 29, 2022, from <https://www.energy.gov/eere/solar/how-does-solar-work#:~:text=When%20the%20sun%20shines%20onto,cell%2C%20causing%20electricity%20to%20flow>
- Fensham, Peter J. (2002). Time to change drivers for scientific literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(1), 9-24.
- Fortus, D., Lin, J., Neumann, K., & Sadler, T. D. (2022) The role of affect in science literacy for all. *International Journal of Science Education*, 44(4), 535-555.
- Go Concepts (n.d.). Why I no longer charge my mobile phone overnight and why you shouldn't either. Retrieved June 12, 2022, from <https://www.go-concepts.com/blog/why-i-no-longer-charge-my-mobile-phone-overnight-and-why-you-shouldnt-either/#:~:text=This%20is%20called%20a%20%E2%80%9Ctrickle,ambient%20temperature%20than%20it%20should>
- Good Energy (n.d.). How do solar panels work? Retrieved July 29, 2022, from <https://www.goodenergy.co.uk/how-do-solar-panels-work/>
- Hand, B. M., Alvermann, D. E., Gee, J., Guzzetti, B. J., Norris, S. P., Phillips, L. M. (2003). Message from the "Island Group": What is literacy in science literacy? *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 607-615.
- Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Education Leadership*, 16, 13-16.
- Hurd, P. D. (1975). Science, technology, and society: New goals for interdisciplinary science teaching. *The Science Teacher*, 42(2), 27-30.
- Hurd, P. D. (1998). Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. In S. Norris (Ed.), *Issues and Trends* (pp. 407-416). John Wiley & Sons, Inc.
- Keskin, H., Tezel, Ö., & Acat, M. B. (2016). Ortaokul öğrencilerinin fen ve teknoloji dersine ilişkin bilimsel okuryazarlık seviyeleri. *International Journal of Social Science (JASSS)*, 47, 1-18. <http://dx.doi.org/10.9761/JASSS3513>
- Klein, P. D. (2006). The Challenges of Scientific Literacy: From the viewpoint of second-generation cognitive science. *International Journal of Science Education*, (28)2-3, 143-178, DOI: 10.1080/09500690500336627
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. In S. Norris (Ed.), *Issues and Trends* (pp. 291-310) John Wiley & Sons, Inc.
- Küçüközer, H., & Kocakulah, S. (2007). Secondary school students' misconceptions about simple electric circuits. *Journal of Turkish Science Education*, 4(1), 101-115.
- Layton, D. (1973). *Science for the people*. New York: Science History Publications.
- Leach, J. & Scott, P. (2002). Designing and Evaluating Science Teaching Sequences: An Approach Drawing upon the Concept of Learning Demand and a Social Constructivist Perspective on Learning. *Studies in Science Education*, 38(1), 115-142. <https://doi.org/10.1080/03057260208560189>
- Liu, X. (2009). Beyond science literacy: science and the public. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 301-311.
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching: The role of History and Philosophy of Science*. Routledge: New York, NY.
- Meier, A. K. (2002, January 22-23). *A Worldwide Review of Standby Power Use in Homes*. In Proceedings of Symposium on Highly Efficient Use of Energy and Reduction of Its Environmental Impact, Osaka, Japan.

- Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- National Resource Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Research Council. (2011). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Next Generation Science Standards (2013). *The Next Generation Science Standards (NGSS)*. Retrieved May 18, 2022, from <http://www.nextgenscience.org/>
- Norris, S. & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.
- Oktay, E. H. (2022). *Hane halkı elektrik tüketiminin azaltılmasında topluluk tabanlı sosyal pazarlama yaklaşımının kullanılması* (Tez No. 762315) [Yüksek lisans tezi, Kafkas Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı, Tez Merkezi.
- Oktay, Z., Atalayın, Y., & Coşkun, C. (2022, December 20-23). *Konutlarda Kullanılan Cihazların Pasif Durumdaki Enerji Kayıpları ve Örnek Bir Hesaplama*. 1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences, Konya, Turkey.
- Pella, M. (1967). Science literacy and the h.s. curriculum. *School Science and Mathematics*, 67, 346-356.
- Prewett, K. (1983). Scientific literacy and democratic theory. *Daedalus*, 12, 49-64.
- Reaves, D. (2014). *Identifying Perceived Barriers and Benefit to Reducing Energy Consumption In An Affordable Housing Complex Using The Community- Based Social Marketing Model*. Colorado State University.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy / science literacy. In S. K. Abell, & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729-780). Lawrence Erlbaum.
- Sharon, A.J., & Baram-Tsabari, A. (2020). Can science literacy help individuals identify misinformation in everyday life? *Science Education*, 104, 873-894. <https://doi.org/10.1002/sce.21581>
- Sulsilah, H., Utari, S., & Saepuzaman, D. (2019). The application of scientific approach to improve scientific literacy on domain competency at secondary school on dynamic electricity topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3), 1-6.
- Susdarwati, S., Dimas, A., & Hannum, F. (2021). The development of scientific literacy-based physics learning module on direct current circuit material. *Journal of Physics: Conference Series*, 1869, 1-6.
- Thomas, G., & Durant, J. (1987). Why should we promote the public understanding of science? In M. Shortland (Ed.), *Scientific literacy papers* (pp. 1-14). Oxford, UK: Department for External Studies, University of Oxford.
- Vasiliu, A., Nedelcu, O., Magdun, O., & Sălişteanu, I. C. (2021). A study on the energy consumption of the electrical and electronic household and office equipment in standby and off-mode. *Scientific Bulletin of the Electrical Engineering Faculty*, 1(44), 26-30.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





EKUAD JETPR

Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi

ISSN 2149-7702
e-ISSN 2587-0718

DOI: 10.38089/ekvad.2023.143

Vol 9 (2023) Issue 2, 163-178

The Color Liking and Object Color Preferences of 48-84 Month-old Children According to the Gender

Aysel FERAH ÖZCAN¹ Hilal İlknur TUNÇELİ²

Abstract

This study used a descriptive approach to determine the color liking and object color preferences of 48–84-month-old children. A total of 359 children participated, including 137 kindergarteners and 212 first graders. The information was gathered through the participants' verbal responses to questions on their three favorite and three least favorite colors: t-shirt, trousers, bag, ball, school, house, hair, and tree. According to the study, young children preferred bright, warm colors like pink, red, and blue over darker colors like black and neutral shades of brown and gray. Pink was the color that boys participants detested the most. Girls and boys differed in their rankings of preferred clothing colors for items like T-shirts (pink, blue, and yellow) and trousers (pink, blue, black, and red), for example. Pink, red, blue, white, and yellow were the colors that young children preferred for settings like home and school. Consequently, the study's implications suggest that the design of educational environments, attention-capturing instructional materials, textbooks, and child-specific consumer products should all consider the color preferences of children.

Key Words

Color
Gender
Color preferences
Early childhood
Children

About Article

Sending date: 03.08.2023
Acceptance date: 29.08.2023
E-publication date: 31.08.2023

¹ Dr., Sakarya University, Türkiye, aferah@sakarya.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-9196-4838>

² Assoc. Prof. Dr. Sakarya University, Türkiye, hiltun@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5305-5206>

Introduction

Interest in children's color preferences is not new. One theory is that this global interest in color choice, which began at the turn of the 20th century, is based on a knowledge of childhood, which influences the color schemes used in children's clothing and young adult literature under pressure from the manufacturing industry (Katz & Breed, 1922). The research on children's and young people's object color preferences and nomenclature broadened in the years that followed, and it was also looked into how these preferences and nomenclature varied between cultures. It can be argued that this interest persisted during those years (Al-Raheed, 2015; Walsh, Toma, Tuveson & Sondhi, 1990; Zentner, 2001). One of the topics studied is the preferences for colors of adults as well as children and teenagers (Dittmar, 2001). Understanding children's color preferences for various items is essential, particularly considering the rapid pace of global change and development. Turkish children's color preferences, however, have been very limited studied. The favorite and least favorite colors of Turkish children between the ages of 48 and 84 months, as well as the preferred colors of numerous objects, were identified in this study, and an attempt was made to compile these findings.

Colors in Children's World

Colors are also important elements in children's world. They can influence children's preferences for toys (Weisgram et al., 2014), food (Walsh et al, 2012), clothing (Kilinc, 2011), space (Gyu Park, 2014; Nourmusavi Nasab et al., 2020; Read & Upington, 2009), etc. Similarly, colors are one of the factors that have the potential to affect student behavior, mood (Morton, 1998), focused attention level (Engelbrecht, 2003; Imhof, 2004), and performance (Engelbrecht, 2003) in learning environments. For example, interior color can affect academic performance positively or negatively by creating a change in emotions and mood (Kuller et al., 2009). For this reason, colors should be taken into account in the functional design of learning environments/classrooms, children's color preferences should be determined and these colors should be used in classroom environments (Gaines & Curry, 2011). For instance, white walls in the classroom create a good level of stimulation - vibrancy, and excitement (Barrett et al., 2015). The specific reason why children like certain colors more or less is not yet known. In a recent study (Palmen & Scholoss, 2009), as a result of a detailed theoretical discussion and application, the authors found that in the literature, color preferences are tried to be explained psychophysically; however, they provided a causal explanation that people like colors that are strongly associated with objects they like more and dislike colors that are strongly associated with objects they dislike. Similarly to adults, it can be thought that children may prefer colors that are associated with objects they like more.

Children's Color Preferences

For a long time, scholars have been interested in the question of "Do people's color choices alter depending on age and gender? Children's color preferences were also discussed through various theoretical opinions. One of these theories is Gender Schema Theory. The Gender Schema Theory contends that after coming to terms with their gender identity, children start to look for information about gender in their environment and absorb it into their gender schemas. As a result, they consider what is and is not gender-appropriate behavior. It can be argued that kids choose colors based on the knowledge they have about gender. Children are inundated with information from an early age, such as that blue is a boy's color and pink is a girl's color, and this influences the children's color choices (Martin & Halverson, 1981; Yeung & Wong, 2018). Despite its limitations, some study has been done to determine whether or not culture shapes children's gender-based color choices. The majority of these studies come from the west, but there are also research from China, Japan, and Indonesia. These research did not provide conclusive evidence that culture affects gender-based color preferences. When studies on cone contrast sensitivity, an innate condition, are examined, it is discovered that cone contrast sensitivity differs in boys and girls due to some tasks like picking fruit or going hunting during the early human period. It is stressed that this difference in cone contrast sensitivity is the cause of the gender differences in color preferences (Alexander, 2003; Chattopadyyay et al., 2010; Hurlbert & Ling, 2007).

There are studies showing that the color preferences of young children differ according to gender. However, this issue is controversial. In a study on the early years of early childhood, it was found that two-and-a-half-year-old girls preferred pink more than boys (LoBue & Deloache, 2011).

Gendered preferences for pink and blue begin when children turn 2 years old and strengthen as they grow older (Jadva et al., 2010; Wong & Hines, 2015). In another study, the color preferences of three- and four-year-old toddlers were listed as red, pink, navy blue, yellow, bright green, bright blue, dark green, brown, and black, and there was no significant difference in color preferences in terms of gender (Zentner, 2001). The results of some of the studies showed that the most preferred colors of children were blue, yellow, and red (Meerum Terwogt & Hoeslma 1995). Black, brown, and dark brown are generally disliked colors (Baniani, 2022; Prankevičienė et al., 2009). According to Pitchford and Mullen (2005), gray is also significantly less preferred by children. In the same study, the authors suggested that color names such as brown and gray are also less common in children's speech; therefore, color preference may be linked to linguistic input and developing color cognition. The above explanations show that children's color preferences change with age. However, more evidence is needed to say that color preferences vary by gender.

Some of the other studies have also investigated the relationships between the color preferences of people aged seven years and adults (Baniani, 2022; Gyu Park, 2014; Mohebbi, 2013) and various variables. For example, Baniani's (2022) research results are interesting. The results showed that primary school students' least favorite color was pink. He found that male students preferred the color black in clothing. The reason why black color is preferred is that it does not show dirt. Some studies have focused on the clothing color preferences of 7-9-year-old children (Kilinc, 2011). Comprehensive studies on 48-84-month-old children's favorite-disliked colors and artificial-natural object and entity color preferences are limited. Only one study was found in which it was determined that the color preferences of Turkish children aged 7-9 years for five different types of clothing differed according to age and gender (Kilinc, 2011). Research on children's color preferences is not limited to color liking and textile products. For example, one study focused on toy preferences. The results revealed that girls were interested in masculine toys and pink toys (Weisgram et al., 2014). In another study, children's space color preferences were investigated. Read and Upigton (2009), in a study on the subject, found that the first color preferred by 3-5 year old children in interior color is red. In the same study, they found that girls preferred red and purple. The reason for this is thought to be that purple is one of the intermediate colors that may appeal more to the child due to its mixture of blue and red. In a study on space color preference, Gyu Park (2014) found that the saturation of color in interior room wall colors was associated with the preferences of 7-11 year old children in the red, green, blue, and purple-toned color family, and the lightness quality of color was associated with the preferences of 7-11 year old children in the yellow color family. In the same study, it was reported that girls preferred red and purple more than boys. However, the studies given above are aimed at children under the age of 5 or above the age of 7. When the studies given above are examined, it is seen that they focus on children under the age of 5 or over the age of 7. For example, Kılıç (2011) investigated the color preferences of children over the age of 7 for a limited number of dresses. Other studies have also focused on space color preferences. The least focused age group in the literature is children aged 48-84 months. In this study, only the color preferences of 48-84-month-old children were tried to be handled in a wider context (likes/dislikes colors, objects, living-inanimate objects, space, etc.)

The results of a study on hospital environments also showed that children prefer environments with colorful decorations (Nourmusavi Nasab et al., 2020). The results of a recent study showed that the hue, saturation, and value of colors for preschool indoor and outdoor playgrounds were influenced by the hue, saturation, and value of colors; five- to six-year-old children preferred cool colors with a saturation and value of 75 for indoor playgrounds and light colors with a saturation of 75 and value of 50 for outdoor playgrounds (Mousavi & Tabatabaei, 2022). As seen in the research results it is understood that young children prefer cooler colors and colored decorative materials in interior spaces and interior decorations.

Children's color liking may also be related to emotions. The results of Boyatzis and Varghese's (1994) study showing that children tend to respond positively towards bright colors (e.g. pink, blue, red) and negative feelings towards dark colors (e.g. brown, black, gray) are also evidence of the relationship between colors and emotions. In the same study, it was found that emotional reactions to bright colors became more positive with age and that girls in particular preferred brighter colors and disliked darker colors. The results of another study in which color and emotional preferences were determined showed that blue was preferable to red for seven-year-olds (Meerum Terwogt & Hoeslma, 1995). This result is

evaluated as a positive response to blue. The results of a study on the relationship between food type and color preferences of 5-9 year old children are quite interesting. It was found that children chose candies in red, green, yellow, and orange colors, respectively (Walsh et al., 2012).

As can be seen in the relevant literature, some of which is given above, there are studies in which the color preferences of children/young people of different ages and/or object preferences are associated with various variables (Baniani, 2022; Mohebbi, 2014; Xu et al., 2022). The color preferences of children aged 48-84 months is an area where less investment is made. Our knowledge about the color preferences of 48-84 month old children is limited. However, until now, there has not been enough research on the color preferences of different natural/artificial objects involving a large group of participants.

Current Study

In the present study, children's color preferences for their top three favorite and least favorite colors, as well as their color preferences for eight types of objects (four types of clothing, two places, one animate and one inanimate objects) were comprehensively examined with a large group of participants. Thus, more detailed data on the color liking and preferences of 48-84-month-old children were gathered compared to existing research. For the reasons explained above, it is thought that the study will contribute to the literature. Thorough understanding of children's color preferences for various objects is an important issue for educational psychology from a theoretical point of view, teaching material and environment design fields, interior and exterior design fields, and toy and clothing manufacturers for children. It is thought that the results of this research can contribute to the field of educational psychology, instructional material design, all sectors producing for children, and cultural pedagogy by determining children's color preferences. In line with the above-mentioned conceptual framework, The research problem addressed in this study is that the color preferences of Turkish children aged 48-84 months have not been extensively investigated.

This study aims to determine the distribution of 48-84-month-old children's color preferences for their favorite/disliked three colors and eight types of objects according to gender and age levels. The following questions were sought to be answered in the study: (1) What are the three favorite colors of boys and girls aged 48-84 months? (2) Which colors do 48-84-month-old boys and girls prefer the most for artificial/natural objects such as balls, school, bags, houses, t-shirts, trousers, hair, and trees?

Method

This is a descriptive study. The study model is a general survey model. In general survey models, to make an inference about the population, a survey is conducted based on the sample determined from the population (Creswell, 2012). In this study, the three favorite/disliked colors of 48-84-month-old children and their color preferences for objects and objects were described as they exist to make inferences about the population. For this reason, it can be said that the general survey model is suitable for the study.

Study Group

The study group consists of 48-84 months old children studying in Hendek district of Sakarya province. A total of 359 individuals participated in the study, who were determined by convenience sampling and whose parents' consent was obtained for voluntary participation, participated in the study. Demographic data for the participant students are given in Figure 1.

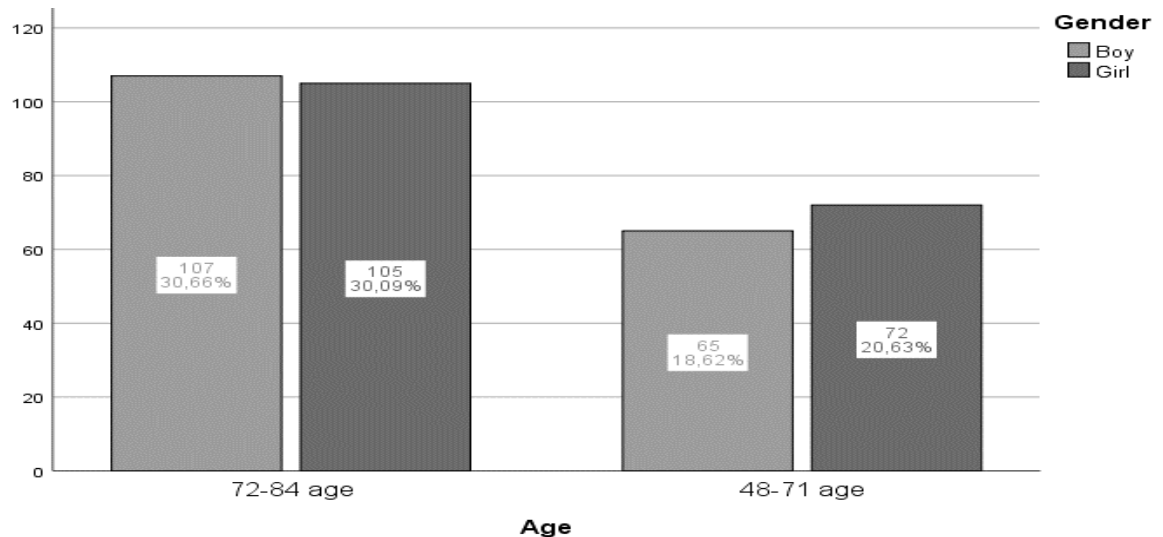


Fig 1. Demographic data for the participant

When Figure 1 are analyzed, 60.75% of the participants (212 people) were 72-84 months old and 39.25% were 48-61 (137 people) months old. Among the 72-84-month-old participants, 30.66% were boys (107 people) and 30.09% were girls (105 people). Among the participants aged 48-71 months, 18.62% were boys (76 people) and 21.47% were girls (82 people). A total of 359 people participated in the study. The data from three participants whose data were invalid were excluded from the data set.

Data Collection Process

Data were collected through demographic information and two questionnaires. First, voluntary consent was obtained from the parents of the participants. Then, interviews were conducted with the participants in the places determined by the authorities in the schools. The colors of the children participating in the study were confirmed by their knowledge teachers. Interviews with participant children lasted 7-10 minutes on average. After the interviews were completed, the data set was created. For the first study, children's favorite/disliked color names were first extracted, and then each color was assigned a numerical code. If more than one color name was mentioned in response, it was coded as "number 25 is very colorful". Conditions in which the participant children did not want to indicate a second or third color preference were coded with the label "No color number 26", and colors that referred to sports team or person names (e.g. Fenerbahce color, Spiderman color, etc.) were coded as "number 27".

Data Collection Tool

Two questionnaires were used to gather the data for this investigation. In both social sciences and educational sciences, questionnaires are the main methods of data collecting (Ekiz, 2009). The survey orientations linked to color preferences were established as the questionnaire forms were being created after a research of the literature. Three colors were typically requested in the studies, it was noted. The participants in this study were first verbally questioned about their three favorite and least favorite colors. Second, the items and objects that kids their age group regularly come into contact with in their daily lives and surroundings were identified. According to the literature research, questions about children's preferred colors for indoor and outdoor spaces as well as textile products were asked.

According to the current research, it was decided to interview kids about their preferred colors for outdoor areas like their homes and schools, as well as for clothing like t-shirts and trousers. However, it was decided to include questions on color preferences for objects like bags, balls, and objects like trees and hair to the survey questions to reveal information about the color preferences of manufactured and natural objects. This decision was made in accordance with expert advice. The primary goal of this research was to identify children's preferred and least preferred colors. For this reason, the questionnaire questions were presented verbally, and the kids were asked to list their three favorite and least favorite colors, respectively, before answering the questions. The next step was to ask the kids to identify the item and choose their preferred color. researchers recorded children's responses on the questionnaire

forms as they were provided. For the content validity of the questionnaire forms, expert advice was sought. Regarding the format of the questions to be posed to children for Study 1 and the quantity of objects for Study 2, the opinions of two field experts and one measurement and evaluation expert were obtained. In accordance with the recommendations of the subject matter experts, the number of objects was increased to 8. After evidence was collected about the scope and comprehensibility of the survey questions, the data were collected. Expert opinion was taken for the survey questions. In line with the feedback from the experts, natural and artificial assets were determined.

Data Analysis

The data in the study were analyzed using cross-tabular analysis. The approach of percentage and frequency analysis is appropriate when the data are categorical variables (Pallant, 2020). On categorical variables, cross-tabulation was utilized to generate comprehensive data. However, participants' opinions on a variable topic like preference may also include extreme values. In fact, it was found in this study that a tiny proportion of children offered names of colors they like, including gray, dark navy blue, dark green, and light blue. However, a small number of color preferences were included in the data set as it is under the objective of the study as the objective of the study was to report the situation as it is. With the help of the SPSS 25.0 application, the data were examined.

Findings

In this study, the favorite/disliked colors of 48-84-month-old boys and girls and their color preferences for space, animate and inanimate objects were investigated. For this purpose, firstly, the three favorite/disliked colors of 48-84-month-old children were determined. In the second stage, children's color preferences for various places, animate and inanimate objects were determined.

Study 1

For Study 1, the % findings obtained from the Cross Table analysis regarding the three colors that 48-84-month-old children like/dislike according to gender variable are presented in Table 1.

Table 1. The Three colors that 48-84-month-old children like according to gender and age variable

	Color	48-71 age		Total	72-84 age		Total
		Boy %	Girl %		Boy %	Girl %	
Favorite Color 1	White	4.6	2.8	3.6	2.8	1.9	2.4
	Yellow	13.8	5.6	9.5	17.8	6.7	12.3
	Orange	6.2	0	2.9	7.5	2.9	5.2
	Pink	4.6	47.2	27.0	0.9	42.9	21.7
	Red	23.1	18.1	20.4	19.6	12.4	16.0
	Purple	3.1	19.4	11.7	0	21.9	10.8
	Brown	1.5	1.4	1.5	0	0	0
	Green	4.6	0	2.2	3.7	2.9	3.3
	Blue	32.3	5.6	18.2	34.6	8.6	21.7
	Grey	0	0	0	1.9	0	0.9
	Dark	6.2	0	2.9	11.2	0	5.7
	Favorite Color 2	White	6.2	4.2	5.1	6.5	1.0
Yellow		9.2	15.3	12.4	18.7	6.7	12.7
Orange		7.7	2.8	5.1	12.1	2.9	7.5
Pink		7.7	29.2	19.0	3.7	22.9	13.2
Red		26.2	20.8	23.4	19.6	15.2	17.5
Purple		0	13.9	7.3	2.8	28.6	15.6
Brown		1.5	0	0.7	1.9	1.9	1.9
Green		20.0	5.6	12.4	12.1	7.6	9.9
Blue		15.4	8.3	11.7	15.9	9.5	12.7
Grey		0	0	0	0	0	0
Dark		6.2	0	2.9	6.5	3.8	5.2
Favorite Color 3		White	3.1	2.8	5.1	6.5	6.7
	Yellow	21.5	6.9	12.4	11.2	16.2	13.7
	Orange	12.3	11.1	5.1	6.5	5.7	6.1
	Pink	7.7	5.6	19.0	3.7	13.3	8.5
	Red	9.2	16.7	23.4	15.9	21.9	18.9
	Purple	3.1	15.3	7.3	7.5	9.5	8.5
	Brown	1.5	1.4	0.7	0	1.9	0.9
	Green	15.4	19.4	12.4	24.3	8.6	16.5
	Blue	15.4	13.9	11.7	17.8	10.5	14.2
	Grey	3.1	2.8	0	0.9	0	0.5
	Dark	6.2	4.2	5.1	5.6	5.7	5.7
	Very Colorful	1.5	0	0.7	0	0	0

As seen in Table 1, the first favorite color of 48-72-month-old girl participants was pink (47.2%), the second was pink (29.2%), and the third was green (19.4%). According to the results of all three applications, it can be said that the other colors most preferred by 48-72-month-old girls are red, purple, blue, and yellow. The first favorite color of 48-72-month-old boy participants was blue (32.3%), the second was red (20%), and the third was yellow (21.5%). Other colors that stand out among the preferences of 48-72-month-old boy participants are green and orange. The first favorite color of 72-84-month-old girl participants was pink (42.9%), the second favorite color was purple (28.9%), and the third favorite color was red (21.9%). The first favorite color of 72-84-month-old boys was blue (34.6%), the second favorite color was red (19.6%), and the third favorite color was green (24.3%). It can be said that the other favorite colors of 72-84-month-old girls are red and blue. While the color green is among the most preferred colors of the boy participants in this age group, it cannot be said that the girl participants prefer it very much. When all the data in the table are evaluated together, it is understood that pink and its shades are the most preferred colors for girls and blue for boys, red is among the leading favorite colors for all genders in both age groups, and yellow is among the other favorite colors of 48-84 month old girls and boys. In summary, children in this age group seem to like bright and warm colors more. The % findings obtained from the Cross Table analysis of 48-84-month-old children's three favorite/disliked color preferences according to gender variable are presented in Table 2.

Table 2. 48-84-Month-old children's three disliked color preferences according to gender and age variable

	Color	48-71 age		Total	72-84 age		Total
		Boy %	Girl %		Boy %	Girl %	
Dislike Color 1	White	4.6	2.8	3.6	4.7	6.7	5.7
	Light Yellow	3.1	2.8	2.9	2.8	0	1.4
	Light Orange	1.5	2.8	2.2	2.8	7.6	5.2
	Pink	13.8	1.4	7.3	27.1	4.8	16.0
	Red	0	4.2	2.2	4.7	1.9	3.3
	Purple	10.8	2.8	6.6	13.1	1.0	7.1
	Brown	9.2	11.1	10.2	5.6	11.4	8.5
	Dark Green	9.2	16.7	13.1	8.4	8.6	8.5
	Dark Blue	3.1	8.3	5.8	1.9	4.8	3.3
	Grey	9.2	6.9	8.0	3.7	5.7	4.7
	Black	35.4	38.9	37.2	25.2	47.6	36.3
	Very Colorful	0	1.4	0.7	0	0	0
	Dislike Color 2	White	4.6	5.6	5.1	5.6	10.5
Light Yellow		6.2	1.4	3.6	7.5	1.9	4.7
Light Orange		10.8	8.3	9.5	9.3	6.7	8.0
Pink		12.3	2.8	7.3	14.0	3.8	9.0
Red		6.2	4.2	5.1	4.7	5.7	5.2
Purple		4.6	1.4	2.9	18.7	3.8	11.3
Brown		21.5	22.2	21.9	8.4	19.0	13.7
Dark Green		16.9	25.0	21.2	6.5	9.5	8.0
Dark Blue		1.5	6.9	4.4	6.5	11.4	9.0
Grey		4.6	2.8	3.6	0	0	0
Black		10.8	16.7	13.9	11.2	15.2	13.2
Very Colorful		0	0	0	0.9	0.0	0.5
No color		0	2.8	1.5	1.9	1.9	1.9
Dislike Color 3	White	6.2	9.7	8.0	7.5	14.3	10.8
	Yellow	13.8	5.6	9.5	6.5	6.7	6.6
	Light Orange	10.8	12.5	11.7	7.5	2.9	5.2
	Pink	9.2	1.4	5.1	10.3	1.0	5.7
	Red	1.5	6.9	4.4	5.6	5.7	5.7
	Purple	6.2	2.8	4.4	9.3	1.0	5.2
	Brown	18.5	11.1	14.6	9.3	17.1	13.2
	Dark Green	13.8	13.9	13.9	20.6	16.2	18.4
	Blue	4.6	15.3	10.2	9.3	13.3	11.3
	Grey	6.2	9.7	8.0	6.5	14.3	10.4
	Black	7.7	11.1	9.5	6.5	7.6	7.1
	Very Colorful	1.5	0	0.7	0.9	0	0.5

Table 2 shows the findings regarding the least favorite colors of 48-84-month-old children according to gender and age variables. Accordingly, the most disliked color of 48-84-month-old children is black (37.2%). This is followed by brown (21.9%), green (21%), and light orange (11.7%). The first least favorite color for girls (38.9%) and boys (35.4%) aged 48-84 months is black. The second least favorite color for boys is brown (21.5%). The third least favorite color for boys was brown (18.5%). It can be said that the main colors that 48-71-month-old boy participants dislike the most are black, brown, pink, dark green, and light yellow. For girls, the second least favorite color was dark green (25%) and the third least favorite color was dark blue (15.3% N=28). The first color that 71-84 month old girl participants disliked the most was black (47.6%), the second color was black (15.2%) and the third color was brown (17.1%). Other colors that girls in this age group dislike the most are dark green and gray. For boy participants aged 72-84 months, the first color they disliked the most was black (25.2%), the second color was purple (18.7%), and the third color was dark green (20.6%). Another one of the most disliked colors by boys in this age group is pink. If the above table is evaluated as a whole, black is the most disliked color by the participants in all age groups. This is followed by brown. Another striking finding is that pink is among the most disliked colors, especially by boy participants. It can be thought that this may be a gender-related result.

Study 2

In Study 2, participants' color preferences for eight types of objects in their immediate surroundings were determined and percentage values were calculated. The findings of Study 2 are presented in Table 3.

Table 3. Color preferences for objects

Objects	Age	Gender	White	Yellow	Orange	Pink	Red	Purple	Brown	Green	Blue	Grey	Dark	Very Colorful
Tshirt	4 8 - 7 1	Girl	6.9	11.1	6.9	22.2	12.5	6.9	1.4	0.0	16.7	1.4	9.7	2.8
		Boy	12.3	15.4	3.1	7.7	13.80	0.0	6.6	1.5	20.0	0.0	10.8	7.7
		Total	6.9	13.1	5.1	15.3	13.1	3.6	3.6	0.7	18.2	0.7	10.2	5.1
	7 2 - 8 4	Girl	13.3	8.6	5.7	25.7	2.9	14.3	1.0	4.8	10.5	3.8	6.7	2.9
		Boy	8.4	12.1	8.4	0.9	12.1	0.9	0.9	14.0	25.2	1.9	8.4	6.5
		Total	10.4	10.8	7.1	13.2	7.5	7.5	0.9	9.4	17.9	2.8	7.5	4.7
Trousers	4 8 - 7 1	Girl	9.7	6.9	5.6	12.5	11.2	4.2	2.8	5.6	25.0	4.2	9.7	2.8
		Boy	9.2	10.8	3.1	1.5	9.2	6.2	3.1	4.6	32.3	1.5	16.9	1.5
		Total	9.5	8.8	4.4	7.3	10.2	5.1	2.9	5.1	28.5	2.9	13.1	2.2
	7 2 - 8 4	Girl	6.7	6.7	4.8	16.2	13.3	7.6	2.9	5.7	12.4	5.7	18.1	0.0
		Boy	5.6	8.4	1.9	0.0	11.2	1.9	2.8	14.0	20.6	5.6	25.2	1.9
		Total	6.1	7.5	3.3	8.0	12.3	4.7	2.8	9.9	16.5	5.7	21.7	0.9
Bag	4 8 - 7 1	Girl	1.4	6.9	5.6	26.4	12.5	12.5	5.6	5.6	11.1	1.4	5.6	5.6
		Boy	3.1	6.2	4.6	4.6	26.2	0.0	0.0	9.2	20.0	0.0	12.3	10.8
		Total	2.2	6.6	5.1	16.1	19.0	6.6	2.9	7.3	15.3	0.7	8.8	8.0
	7 2 - 8 4	Girl	0.0	6.7	1.9	31.4	11.4	18.1	1.0	5.7	15.2	1.0	3.8	3.8
		Boy	2.8	10.3	4.7	3.7	16.8	1.9	0.0	4.7	28.0	4.7	15.9	6.5
		Total	1.4	8.5	3.3	17.5	14.2	9.9	0.5	5.2	21.7	2.8	9.9	5.2
Ball	4 8 - 7 1	Girl	4.2	4.2	0.0	29.2	18.1	15.3	0.0	4.2	24.6	0.0	1.5	7.7
		Boy	4.6	10.8	7.7	9.2	21.2	4.7	0.9	5.2	11.1	2.8	2.8	8.3
		Total	4.2	4.2	0.0	29.2	19.7	8.8	2.2	5.1	17.5	1.5	2.2	8.0
	7 2 - 8 4	Girl	3.8	5.7	4.8	28.6	22.9	8.6	1.0	4.8	11.4	0.0	3.8	4.8
		Boy	7.5	15.0	7.5	0.9	19.6	0.9	0.9	5.6	19.6	1.9	6.5	14.0
		Total	5.7	10.4	6.1	14.6	21.2	4.7	0.9	5.2	15.6	0.9	5.2	9.4
School	4 8 - 7 1	Girl	5.6	12.5	5.6	22.2	19.4	6.9	1.4	8.3	19.4	6.9	1.4	8.3
		Boy	12.5	6.2	7.7	7.7	15.4	1.5	4.6	10.8	15.4	1.5	4.6	10.8
		Total	8.8	9.5	6.6	15.3	17.5	4.4	2.9	9.5	17.5	4.4	2.9	9.5
	7 2 - 8 4	Girl	8.6	12.4	7.6	19.0	12.4	6.7	2.9	4.8	12.4	6.7	2.9	4.8
		Boy	10.3	14.0	11.2	2.8	10.3	1.9	2.8	9.3	10.3	1.9	2.8	9.3
		Total	9.4	13.2	9.4	10.8	11.3	4.2	2.8	7.1	12.4	6.7	2.9	4.8
House	4 8 - 7 1	Girl	6.9	9.7	16.7	19.4	9.2	1.5	3.1	4.6	8.3	0.0	1.4	2.8
		Boy	23.1	10.8	9.2	3.1	9.2	1.5	3.1	4.6	12.5	4.6	4.6	9.2
		Total	14.6	10.2	13.1	11.7	6.6	8.8	1.5	6.6	10.2	2.2	2.9	5.8
	7 2 - 8 4	Girl	9.5	9.5	5.7	12.4	11.4	12.4	4.8	8.6	8.6	2.9	3.8	1.0
		Boy	14.0	11.2	3.7	1.9	9.3	3.7	1.9	9.3	25.2	3.7	7.5	4.7
		Total	11.8	10.4	4.7	7.1	11.4	12.4	4.8	8.6	8.6	2.9	3.8	1.0

Table 3. Color preferences for objects (Continuation of the table)

Objects	Age	Gender	White	Yellow	Orange	Pink	Red	Purple	Brown	Green	Blue	Grey	Dark	Very Colorful
Hair	4 8 - 7 1	Girl	2.8	16.7	2.8	30.6	5.6	13.9	6.9	4.2	5.6	0.0	8.3	2.8
		Boy	3.1	7.7	6.2	1.5	6.2	1.5	10.8	7.7	23.1	3.1	27.7	1.5
		Total	2.9	12.4	4.4	16.8	5.8	8.0	8.8	5.8	13.9	1.5	17.5	2.2
	7 2 - 8 4	Girl	1.9	28.6	1.9	21.0	6.5	0.9	11.2	3.7	5.7	0	13.3	1.0
		Boy	6.5	13.1	1.9	0.0	9.5	13.3	3.8	0.0	17.8	0	38.3	0.0
		Total	4.2	20.8	1.9	10.4	8.0	7.1	7.5	1.9	11.8	0	25.9	0.5
Tree	4 8 - 7 1	Girl	4.2	2.8	2.8	6.9	8.3	8.3	6.9	44.4	1.4	1.4	5.6	6.9
		Boy	1.5	6.2	7.7	9.2	7.7	1.5	16.9	29.2	6.2	1.5	6.2	6.2
		Total	2.9	4.4	5.1	8.0	8.0	5.1	11.7	37.2	3.6	1.5	5.8	6.6
	7 2 - 8 4	Girl	1.0	3.8	4.8	12.4	2.9	1.9	6.7	57.1	1.9	1.0	3.8	2.9
		Boy	6.5	6.5	0.9	0.9	8.4	0.9	13.1	43.9	10.3	2.8	2.8	1.9
		Total	3.8	5.2	2.8	6.6	5.7	1.4	9.9	50.5	6.1	1.9	3.3	2.4

For the question "What color should your T-shirt be?", 48-71-month-old girl participants' preferences were pink (25.7%) and boy participants' preferences were blue (20.20%). 72-84-month-old girls preferred pink (25.7%) and boys preferred blue (25.2%) as their T-shirt color. Based on this finding, it can be said that girls prefer pink and boys prefer blue as t-shirt color. For the question "What color should your trousers be?", both girls (25.2%) and boys (32.4%) aged 48-71 months preferred blue. Similarly, both girl (18.1%) and boy (38.3%) participants aged 72-84 months preferred black as the color of their trousers. Based on this finding, it can be said that girls preferred pink and boys preferred blue as t-shirt color. In the question "What color should your bag be?", 48-71-month-old girl participants preferred pink (26.4%) and boy participants preferred blue (20%). 72-84-month-old girl participants preferred orange (31.4%) and boy participants preferred blue (28%) as bag color. Based on these findings, it can be said that girls in both age groups prefer pink and orange, while boys prefer colors identified with gender such as blue. In response to the question "What color would you like your ball to be?", 48-71-month-old girl participants answered pink (29.2%) and boy participants answered red (22.2%). Similarly, girls aged 72-84 months preferred pink (28.6%), while boys preferred red or blue (19.6%). In the multi-colored option, it was determined that the participants mostly mentioned the color of their favorite sports team. Based on these findings, it can be said that little children prefer colors such as red and blue, which are also related to gender, as well as colors related to a football team as ball colors. It is understood that 48-71-month-old girl participants answered pink (22.2%) and boy participants answered blue (15.4%) to the question "What color should your school be?". It can be said that the participants in this age group mostly preferred pink, blue, and red as school colors. Girl participants aged 72-84 months mostly preferred white-red and blue (12.4%), while boy participants preferred white-blue (10.3%) and orange (11.2%) as school colors. Based on these findings, it is understood that children prefer colors such as pink-red-blue as school colors, which have a high correlation with gender.

It is understood from Table 3 that 48-71-month-old girl participants answered pink (19.2) and boy participants answered white (23.11) to the question "What color should your house be?". 72-84-month-old girl participants stated that they preferred pink-purple (12.4%), while boy participants preferred white (14%) and yellow (11.2%) colors for their home objects. Based on this finding, it can be said that girl participants prefer the color pink, which is mostly used indoors, and boy participants prefer the color white, which is more commonly seen as an indoor and outdoor color for houses in real life. Children's color preferences related to home seem to carry more traces of real life. To the question "What color do you want your hair to be?", 48-71-month-old girls answered pink (30.6%) and yellow (16.7%); boys answered black (27.1%) and blue (23.1%). Table 3 shows that 72-84-month-old girls preferred yellow (28.6%), black (13.3%), and orange (21%) as hair colors, while boys preferred black (38.3%), blue (17.8%) and yellow (13.1%). Another prominent hair color for both boy and girl participants is brown. Based on this finding, it can be said that young children mostly prefer black, brown, and yellow as hair colors in the realistic period. However, it was observed that some of the girls, albeit in small numbers, preferred unusual colors such as pink, red, purple, dark green, and green, while boys preferred blue. It can be thought that children with such unusual hair color preferences exhibit more creative attitudes, emulate the hair colors of dolls and fairy tale heroes, or that gender-related color preferences may be dominant. However, no correlational data were collected in this direction in the study. Table 3 shows that both boy and girl participants in all age groups answered brown in the question "What color should the tree be?". Girl participants aged 48-71 months preferred brown (44.4%), purple (8.3%), and pink (6.9%) as tree colors, while boy participants preferred brown (29.2%), green (16.9%), and pink (9.2%). Girl participants aged 72-84 months preferred brown (57.1%) and pink (12.4%) as tree colors; boy participants preferred brown (43.9%), green (13.1%), and red (8.4%). Based on these findings, it is understood that the participants of the study mostly preferred brown as the color of the tree, or pink-purple-red, which refers to the flowers of the trees, and green, which refers to the leaves.

Discussion, Conclusion and Suggestions

The following findings were attained from this study undertaken to identify the preferred and least preferred colors of 48–84 month old boys and girls, as well as their color preferences for various objects. Pink was the participants' preferred choice among the other colors, which included red, purple, blue, and yellow, for girls aged 48 to 71 months. In our study, girls were more likely than boys to list purple as their top favorite color. For 48-71-month-old boy participants, the first favorite color was blue

and the other color was red. Green and orange are two more colors that stand out among the preferences of the 48-71-month-old boy participants. In conclusion, kids of this age seem to prefer bright and warm colors more. Children between the ages of 48 and 84 months dislike black, brown, green, and light orange the most. Black and brown are the most disliked colors by both girls and boys. It may be said that black, brown, pink, dark green, and light yellow are the primary colors that the 48–71 month old boy participants despise the most. Blue and dark shades of green are the second and third least popular colors for girls. Black is the color that participants who were 71-84 month old boys and girls dislike the most. The startling finding is that pink is one of the least favored colors, particularly among the boy participants. One can speculate that this is a gender-related outcome. According to Baniani (2022), the reason pink is disliked by boys is because it is thought of as a girl's color. It can be noted that our study's findings are consistent with those found in the literature on children's favorite and least favorite colors (Baniani, 2022; Meerum Terwogt & Hoeslma 1995; Mullen, 2005; Pranckevičienė et al., 2009). According to this survey, youngsters loved the colors blue, yellow, and red, while they disliked the colors black, brown, dark brown, and gray the most. This situation may also be related to emotions.

The predominance of the colors they like is also observed in children's color preferences for objects and objects in their immediate environment. For example, children mostly preferred red, blue, pink, and yellow colors for objects such as balls and t-shirts. It can be said that the percentages of the color preferences of these objects vary according to gender. For clothing items such as trousers, 72-84-month-old boys preferred black color more than the blue color, while this was the opposite for 48-84-month-old boys. Younger boys preferred blue color more than black color for trousers. Although black is also the most preferred color for older girls, the most preferred trouser colors for both younger and older girls are blue and pink. It can be said that children's color preferences for clothing items partially overlap with the results of Pranckevičienė et al. (2009), who found that girls prefer bright colors (pink, yellow, sky blue, spring green, orange) and boys prefer darker shades (blue, green, brown, black) in their clothing habits. The results of this study are similar to the results of Baniani's (2022) study that the most preferred colors of primary school students' clothing are red, blue, and black, and the color preferred more by boys is black. However, it was observed that the clothing color preferences of young children differed from each other in terms of black, pink, and white colors for trousers and t-shirts. For this reason, it may be suggested that clothing color preferences should be addressed specifically for each clothing item and the reasons should be questioned instead of generalizing.

It was concluded that 48-71-month-old children's color preferences for places such as home were orange and pink, while their school preferences were pink, red, and blue. The home color preference of boy participants in the same age group was white, while the school color preference was red and blue. Children's color preferences for places such as home may be more influenced by the colors they like or the colors of the houses they live in. The reasons for these preferences are also worth investigating. Studies on the colors of facilities for young children indicate that although bright colors are used, most of the walls are white and gray (Read, 2003). The most preferred colors for interiors such as bedrooms are white and blue (Baniani, 2022). In a study conducted by Read and Upington (2009) on interior color preferences, they found that girls prefer warm colors such as red and cool colors such as purple, while girls prefer colors such as yellow and orange in lower ranks. For this reason, they suggested limiting the use of yellow and orange colors in interiors. However, in our study, it is interesting that orange is among the first preferred colors in the color preferences of girls for a place like home. This result suggests that cultural context may also be effective in home color preference. However, it is recommended that young children take part in the color design of spaces for children (Maxwell, 2000). It has been determined by research that children take ownership of the environments-classrooms they design (Maxwell & Chmielewski, 2008). When all these results are evaluated together, it can be said that including children's color preferences in environments such as schools and homes can increase their sense of ownership of the space.

It is quite striking that the color preferences for an object such as hair, which is directly related to the child, are mostly realistic colors such as black and yellow. With the effect of the realist period, it was determined that the hair color preferences of especially older boys and girls were also close to reality. In addition, it was also found that unusual colors such as pink, red, and blue were preferred as hair colors, especially by younger boys and girls. However, blue is also one of the second favorite hair colors of older boys. This may be thought to be due to the cartoons that children watch, the heroes in

the fairy tales they read, the colors in their toys, or the overgeneralization of the usage area of gender-specific color.

The fact that children's color preferences for an entity such as a tree focus on colors such as green and brown can also be seen as a manifestation of the influence of the realistic period on color preferences. Similarly, it was determined that children imagined the spring-summer period in the color of the tree, and since trees bloom in colors such as pink-red-white during this period, some children said the appropriate color name for the flowers of the tree. Young children's preferences for object and entity colors seem to overlap with their favorite colors. Again, the most popular colors are red, pink, purple, blue, and yellow, which are correctly conceptualized at an early age. As a result, it can be said that children's color preferences reflect gender color attribution towards object colors, traces of the realistic period might influence preferences for object-entity colors, and especially color preferences for objects such as clothes may be identical to the most admired object. It is thought that children's liking may also affect their hair color preferences. For example, a child with black hair may emulate yellow hair color.

In this study, the children's responses regarding favorite and least favorite colors, as well as preferences for various objects and entities were determined. The children ranged in age from 48 to 84 months. Favorite color preferences in children primarily highlight gender. It may be advised to perform investigations on the association between gender and color preference in future study since a similar pattern might apply for the color preferences of items and assets. Future studies could investigate children's color preferences for spatial environments and the colors employed in their immediate surroundings. With the aid of the observation technique, it is possible to examine whether a child's preferred color schemes are similar to those of natural objects and entities like hair and trees. The creation of goods and materials for children can use children's preferred colors for things and people in children's picture books, course materials designed to concentrate students' attention, or in the process of classroom instruction.

Ethical Considerations

The studies involved human subjects, and all procedures performed were in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research committee. Permit of the ethics committee was obtained by the university ethics committee by the decision dated 14.12.2022 with no. 13. Each participant in study completed the informed consent process.

Acknowledgement

We would like to thank Eslem Gozde SENOZ for her precious contribution to the study.

References

- Alexander, G. M. (2003). An evolutionary perspectives of sex-typed toy preferences: Pink, blue and the brain. *Archives of Sexual Behavior*, 32, 7–14. <https://doi.org/10.1023/A:1021833110722>.
- Al-Rasheed, A. S. (2015). An experimental study of gender and cultural differences in hue preference. *Frontiers in psychology*, 6, 30. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00030>
- Baniani, M. (2022). The association between colors, color preferences, and emotions among Japanese students: From elementary school to university. *Color Research & Application*, e22774. <https://doi.org/10.1002/col.22774>.
- Boyatzis, C. J., & Varghese, R. (1994). Children's emotional associations with colors. *The Journal of Genetic Psychology*, 155(1), 77-85. <https://doi.org/10.1080/00221325.1994.9914760>.
- Chattopadhyay, A., Gorn, G. J., & Drake, P. (2010). Differences and similarities in hue preferences between Chinese and Caucasians. In A. Krishna (Ed.), *Sensory marketing: Research on the sensuality of products* (pp. 219–239). New York: Taylor and Francis Group.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Pearson. Boston, MA:
- Dittmar, M. (2001). Changing colour preferences with ageing: A comparative study on younger and older native Germans aged 19–90 years. *Gerontology*, 47(4), 219-226. 10.1159/000052802.
- Ekiz, D. (2009). *Scientific research methods*. Ani publishing. Ankara
- Engelbrecht, K. (2003). *The impact of color on learning*. Perkins & Will. Chicago, IL
- Gaines, K. S., & Curry, Z. D. (2011). The Inclusive Classroom: The Effects of Color on Learning and Behavior. *Journal of Family & Consumer Sciences Education*, 29(1).

- Gyu “Phillip” Park, J. (2014). Correlations between color attributes and children's color preferences. *Color Research & Application*, 39(5), 452-462. <https://doi.org/10.1002/col.21801>.
- Hurlbert, A. C., & Ling, Y. (2007). Biological components of sex differences in color preference. *Current Biology*, 17, 623–625. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.06.022>.
- Jadva, V., Hines, M., & Golombok, S. (2010). Infants’ preferences for toys, colors and shapes: Sex differences and similarities. *Archives of Sexual Behavior*, 39, 1261–1273. <https://doi.org/10.1007/s10508-010-9618-z>.
- Katz, S. E., & Breed, F. S. (1922). The Color Preferences of Children. *Journal of Applied Psychology*, 6(3), 255–266. <https://doi.org/10.1037/h0075274>
- Kilinc, N. (2011). Clothing color preferences of boys and girls aged between six and nine. *Social Behavior and Personality: an international journal*, 39(10), 1359-1366.
- Imhof, M. (2004). Effects of color stimulation on handwriting performance of children with ADHD without and with additional learning disabilities. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 13, 191-198. [10.1007/s00787-004-0371-5](https://doi.org/10.1007/s00787-004-0371-5).
- LoBue, V., & DeLoache, J. S. (2011). Pretty in pink: The early development of gender-stereotyped colour preferences. *British Journal of Developmental Psychology*, 29(3), 656-667. [10.1111/j.2044-835X.2011.02027.x](https://doi.org/10.1111/j.2044-835X.2011.02027.x).
- Martin, C. L., & Halverson, C. F. (1981). A schematic processing model of sex typing and stereotyping in children. *Child Development*, 52, 1119–1134. <https://doi.org/10.2307/1129498>.
- Maxwell, L. E. (2000). A safe and welcoming school: What students, teachers, and parents think. *Journal of Architectural and Planning Research*, 17(4), 271–282.
- Maxwell, L. E., & Chmielewski, E. J. (2008). Environmental personalization and elementary school children’s self-esteem. *Journal of Environmental Psychology*, 28, 143–153. [doi:10.1016/j.jenvp.2007.10.009](https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.10.009).
- Meerum Terwogt, M., & Hoeslma, J. B. (1995). Colors and emotions: Preferences and combinations. *Journal of General Psychology*, 122(1), 5–17. <https://doi.org/10.1080/00221309.1995.9921217>.
- Mohebbi, M. (2014). Investigating the gender-based colour preference in children. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 112, 827-831. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1238>.
- Morton, J. (1998). *Color voodoo for the office*. Retrieved from Colorcom.com.
- Mousavi Samimi, P., & Sadraei Tabatabaei, N. (2022). Preschool children's indoor and outdoor playground HSV color preferences. *Color Research & Application*, 47(3), 745-757.
- Nourmusavi Nasab, S., Karimi Azeri, A. R., & Mirbazel, S. (2020). Ideal physical features of environmental design in children’s hospital: Using children’s perspectives. *Facilities*, 38(5/6), 445-466. <https://doi.org/10.1108/F-03-2019-0032>.
- Pallant, J. (2020). *SPSS Survival Manual: A Step by Step Guide to Data Analysis Using IBM SPSS*. Ankara: Anı publishing.
- Palmer, S. E., & Schloss, K. B. (2010). An ecological valence theory of human color preference. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(19), 8877-8882.
- Pranckevičienė, A., Žardeckaitė-Matulaitienė, K., & Soikinaite, I. (2009). Pradinių klasių mokinių spalviniai prioritetai ir spalvų pasirinkimas spalvinant žmogaus piešinius. *Psichologija*, 39, 31-44. ISSN 1392-0359. *PSICHOLOGIJA*. 2009 39
- Read, M. A. (2003). Use of color in child care environments: Application of color for wayfinding and space definition in Alabama child care centers. *Early Childhood Education Journal*, 30(4), 233–239. [doi:10.1023/A:1023387607942](https://doi.org/10.1023/A:1023387607942).
- Read, M. A., & Upington, D. (2009). Young children’s color preferences in the interior environment. *Early Childhood Education Journal*, 36(6), 491-496.
- Robson, C. (2015). *Scientific research methods, Real world research*. Anı publishing. Ankara
- Pitchford, N. J., & Mullen, K. T. (2005). The role of perception, language, and preference in the developmental acquisition of basic color terms. *Journal of Experimental Child Psychology*, 90(4), 275-302. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2004.12.005>.
- Walsh, L. M., Toma, R. B., Tuveson, R. V., & Sondhi, L. (1990). Color preference and food choice among children. *The Journal of Psychology*, 124(6), 645-653. DOI: 10.1080/00223980.1990.10543258.
- Weisgram, E. S., Fulcher, M., & Dinella, L. M. (2014). Pink gives girls permission: Exploring the roles of explicit gender labels and gender-typed colors on preschool children's toy preferences. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 35(5), 401-409. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2014.06.004>.

Wong, W. I., & Hines, M. (2015b). Preferences for pink and blue: The development of color preferences as a distinct gender-typed behavior in toddlers. *Archives of Sexual Behavior*, 44(5), 1243–1254. <https://doi.org/10.1007/s10508-015-0489-1>.

Yeung, S.P., Wong, W.I. (2018). Gender labels on gender-neutral colors: do they affect children's color preferences and play performance?. *Sex Roles*. 79, 260–272. <https://doi.org/10.1007/s11199-017-0875-3>.

Zentner, M. R. (2001). Preferences for colours and colour--emotion combinations in early childhood. *Developmental Science*, 4(4), 389-398. <https://doi.org/10.1111/1467-7687.00180>

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

