

Examining the Cognitive Structures of Pre-Service Teachers on the Topic of Plastics and Bioplastics*

Mehmet Furkan Çelebi¹ and Ahmet Gökmen^{1*}

¹Gazi University, Gazi Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, Ankara, Turkey

ABSTRACT

This study aims to comparatively examine pre-service teachers' cognitive structures regarding plastics and bioplastics. For this purpose, a qualitative research method, specifically a case study, was employed. The study group was determined through convenient sampling and consisted of 60 pre-service teachers continuing their education at a state university. Research data were collected using a word association test developed by the researchers. The obtained data were analyzed through content analysis to reveal the cognitive structures of pre-service teachers regarding plastics and bioplastics. As a result of the analyses, it was concluded that the cognitive structures of pre-service teachers related to plastics and bioplastics are gathered under four main themes: "areas of use," "physical-chemical structures," "effects on the environment," and "effects on health." It was determined that pre-service teachers generally focus on the negative aspects of plastics and the positive aspects of bioplastics. They tend to perceive plastics as harmful to health and environmentally polluting, while they perceive bioplastics as ecologically friendly and harmless to health. Additionally, deficiencies in knowledge about the subject and the presence of certain alternative concepts among teacher candidates have been identified. The study concludes by providing recommendations based on the obtained results.

Keywords: Plastic, cognitive structure, bioplastic, word association test, pre-service teachers

ARTICLE INFO

Article History:

Received:30.11.2023

Received in revised form:15.12.2023

Accepted:17.12.2023

Available online:31.12.2023

Article Type: Research Article

To Cite This Article: Çelebi, M. F., & Gökmen, A. (2023). Examining the cognitive structures of pre-service teachers on the topic of plastics and bioplastics. *Journal of Individual Differences in Education*, 5(2), 89-101, DOI: 10.47156/jide.1398270

1. Extended Summary

1.1. Introduction

The number of environmental issues faced by individuals and societies is increasing steadily due to factors such as population growth, urbanization, industrialization, and consumption habits in today's world. One of the causes of these problems is plastics, whose use and production needs are growing daily (Bakar, 2013; Nanda, Patra, Patel, Bakos & Dalai, 2022). Plastics, which means soft and easy to shape, are a wide variety of synthetic or semi-synthetic materials whose main components are polymers. They are used in various fields, including medical products, kitchen utensils, textiles, transportation, and energy production, due to their easy shaping, low cost, heat and electrical insulation (Seçer, 2019). Although plastics have many advantages, their dependence on fossil fuels, especially oil, and the fact that they cause serious environmental problems have led to the search for alternatives for plastics (Gümüşderelioğlu, 2012). One of the materials seen as an alternative to plastic

*A part of this research was presented as an oral presentation at the 4th National Biology Education Congress (UBEK2022).

¹Corresponding author's address: Gazi University, Gazi Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, Ankara, Turkey
e-mail: agokmen@gazi.edu.tr

in this regard is bioplastics. Bioplastics are materials produced using biodegradable resources such as corn starch, vegetable fats and oils, straw, recycled food waste, and sawdust (Zhou et al., 2023). Bioplastics produced from biodegradable and biobased materials are recognized as the greenest alternative to plastics (Nanda et al., 2022). The issues of plastics and bioplastics are among the most emphasized topics in today's world.

For this reason, it is important for prospective teachers, who are future educators, to construct the concepts of plastics and bioplastics correctly in their minds and obtain accurate information on the subject. This can be achieved by placing the images of plastics and bioplastics in the cognitive structures of individuals correctly. It can be ensured that pre-service teachers with the proper cognitive design will provide accurate and practical education on this subject in the future. Different methods and techniques are used in research conducted in education to determine prospective teachers' cognitive structures and measure the level of understanding of concepts. One of these techniques is word association tests. Word association tests are one of the techniques used to analyze the links and relationships between the concepts in the cognitive structure. In this context, this study aims to examine pre-service teachers' cognitive systems about plastics and bioplastics using word association tests.

1.2. Methodology

To conduct a systematic and detailed analysis of pre-service teachers' views, a case study design, one of the qualitative research methods, was employed in the study (Merriam, 2013). The study group consisted of 60 pre-service biology teachers studying at a state university in Turkey. The selection of the research participants was done using the convenient sampling method (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2018). The study's data were obtained through word association tests created by the researchers, and the data was evaluated using the content analysis approach. In this context, the mental structures of pre-service teachers about plastics and bioplastics were presented. During the data analysis phase, a frequency table was created based on the answers given by the participants in the word association test, and a thematic code distribution was established. To ensure internal validity in the research, the opinions of field and field educators were considered during the preparation and evaluation of the research data. Concerning external validity, the research model, study group, data collection tools, data collection process, data analysis, and organization of the findings were explained in detail. For internal validity, the findings were presented without commentary.

Regarding external validity, the agreement between the coders was calculated. As a result of the calculations, the inter-coder agreement was found to be 90%. Additionally, the data obtained for external validity were discussed within the framework of the relevant literature.

1.3. Results

In the study, pre-service teachers' connotations about plastics and bioplastics were grouped under four themes, and a thematic code distribution form was created accordingly. These themes are "areas of use," "physical-chemical structures," "effects on the environment," and "effects on health." According to the test results, 52 words, 26 related to plastics and 26 related to bioplastics, were sorted and tabulated according to their frequencies under these four themes. As a result of the analysis of the data obtained from the distribution of pre-service teachers' cognitive structures related to plastic and bioplastic subjects according to the theme of usage areas, it was observed that the connotations expressed by pre-service teachers regarding the plastic issue mainly included words such as "plastic bottle," "disposable," and "bag." Connotations expressed about the subject of bioplastics included comments such as "production," "agriculture," "disposable," "useful," "technology," and "packaging."

Regarding the theme of physical-chemical structures, the connotations expressed by pre-service teachers about plastics primarily included words such as "petroleum" and "polymer." In contrast, the connotations they defined about bioplastics mainly included words such as "vegetable," "oil," and

"starch." When the theme of environmental impacts was analyzed, it was observed that the connotations expressed about plastic mostly included words such as "recycling," "waste," and "pollution." Connotations focusing on bioplastics mostly included "recycling" and "environment." According to the theme of health effects, it was observed that the connotations expressed about plastics were primarily associated with the word "harm." Subjects used the words "harmless" and "healthy" regarding bioplastics.

1.4. Discussion and Conclusion

According to the theme of areas of use, it can be concluded that the materials of plastic origin that pre-service teachers use daily are mostly plastic bottles, disposable plastics (straws, forks, cups), and bags. It can also be inferred that pre-service teachers are aware that the items they use originate from plastic and are produced from plastic. When the cognitive structures of pre-service teachers on the current topic are analyzed according to the theme of the physical-chemical structure, it can be concluded that their knowledge of plastics and bioplastics is correct and sufficient. According to the theme of impacts on the environment, it can be concluded from the answers given by pre-service teachers about plastic that they see plastic as one of the causes of environmental problems. Therefore, they view bioplastics as environmentally friendly, unlike plastics. When the cognitive structures of pre-service teachers about plastic and bioplastic issues are analyzed according to the theme of impact on health, it can be said that bioplastic is considered more reliable than plastic in terms of health. It can also be concluded that the idea that plastic is harmful has developed due to the influence of media or communication tools. It can be supposed that bioplastics are harmless due to their natural and plant origin. The fact that plastic is generally associated with harmfulness may indicate that pre-service teachers overlook the benefits of plastic for human beings. Therefore, it can be inferred that pre-service teachers' knowledge of this subject could be more substantial.

The data to be obtained from the research is important in determining the interest and approaches of university students, who are the future teachers, to the subject.

Öğretmen Adaylarının Plastik ve Biyoplastik Konularına İlişkin Bilişsel Yapılarının İncelenmesi*

Mehmet Furkan Çelebi¹ ve Ahmet Gökmen^{1*}

¹Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Ankara, Türkiye

ÖZ

Bu araştırmanın amacı, öğretmen adaylarının plastik ve biyoplastik konularına ilişkin bilişsel yapılarını karşılaştırmalı olarak incelemektir. Bu amaçla nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubu uygun örnekleme yöntemi ile belirlenmiş olup, bir devlet üniversitesinde eğitimlerine devam eden 60 öğretmen adayından oluşmaktadır. Araştırma verileri araştırmacılar tarafından geliştirilen kelime ilişkilendirme testi kullanılarak toplanmıştır. Elde edilen veriler içerik analizi kullanılarak analiz edilmiş ve öğretmen adaylarının plastik ve biyoplastiklere ilişkin bilişsel yapıları ortaya koyulmuştur. Analizler sonucunda öğretmen adaylarının plastik ve biyoplastiklere ilgili bilişsel yapılarının "kullanım alanları," "fiziksel-kimyasal yapıları," "çevre üzerindeki etkileri" ve "sağlık üzerindeki etkileri" olmak üzere dört ana temada toplandığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının genel olarak plastiklerin negatif, biyoplastiklerin ise pozitif yönlerine odaklandıkları, plastikleri çoğunlukla sağlığa zararlı ve çevreyi kirletici, biyoplastikleri ise çevre dostu ve sağlık açısından zararsız olarak algıladıkları belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının konuya ilişkin bilgi eksiklikleri ve bazı alternatif kavramlarının varlığı tespit edilmiştir. Araştırma sonunda elde edilen sonuçlara dayalı olarak öneriler sunulmuş ve araştırma tamamlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Plastik, bilişsel yapı, biyoplastik, kelime ilişkilendirme testi, öğretmen adayları

MAKALE BİLGİ

Makale Tarihi:

Alındı: 30.11.2023

Düzeltilmiş hali alındı: 15.12.2023

Kabul edildi: 17.12.2023

Çevrimiçi yayınlandı: 31.12.2023

Makale Türü: Araştırma Makalesi

Bu Makaleye Atıfta Bulunmak İçin: Çelebi, M. F., & Gökmen, A. (2023). Öğretmen adaylarının plastik ve biyoplastik konularına ilişkin bilişsel yapılarının incelenmesi. *Journal of Individual Differences in Education*, 5(2), 89-101, DOI: 10.47156/jide.1398270

1. Giriş

Günümüzde nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme ve tüketim alışkanlıkları gibi faktörlerin sonucu olarak insanların ve toplumların karşılaştığı çevre sorunlarının sayısı giderek artmaktadır. Bu problemlerin sebeplerinden birisi de kullanımı her geçen gün çoğalan plastiklerdir (Bakar, 2013; Nanda, Patra, Patel, Bakos & Dalai, 2022). Plastikler, molekül ağırlığı yüksek organik moleküllerden ya da polimerlerden meydana gelmektedir (Sevencan & Vaizoğlu, 2007; Yüce & Kılıç, 2014). Günümüzde plastiklere birçok alanda ihtiyaç duyulmakta ve günlük yaşamda sıkça kullanılmaktadır (Erbay, 2010). Plastikler pek çok avantaja sahip olmalarına rağmen günümüzde büyük çevresel tehditlerden biri haline dönüşmüştür. Plastiklerin bu duruma yol açmasının ana sebepleri arasında yetersiz kullanım ömürleri, geri dönüştürülebilirlik ve yeniden kullanılabilirlik oranlarının düşük olması sayılabilir (Akça & Sözüdoğru Ok, 2021; Geyer, Jambeck & Law, 2017). Plastikler hayatımızı kolaylaştırma açısından önemli roller üstlendikleri de kimyasal yapıları nedeniyle çevreye geniş bir şekilde dağılarak uzun süreler doğada kalabilmektedir (Bergmann vd., 2022; Brahney vd., 2021).

Dünyada plastik üretimin miktarına baktığımızda, 2021 yılında küresel plastik üretimi bir önceki yıla oranla %4 artışla 390,7 milyon ton seviyesinde gerçekleşmiştir (Plastics Europe, 2022). Gelecek yıllarda plastik talebinin, dolayısıyla da üretim miktarlarının artmaya devam edeceği tahmin edilmektedir. Plastiklerin önemli bir bölümünün biyolojik olarak parçalanamaması ve bu katı atıkların birikmesi neticesinde dikkat çekici boyutta plastik atık ortaya çıkmaktadır. 2020 yılında yaklaşık 86 milyon ton plastik atık çöp depolama alanlarına girmiş ve bu alanlarda birikerek uzun süre varlığını sürdürmeye

*Bu araştırmanın bir bölümü, 4. Ulusal Biyoloji Eğitimi Kongresi (UBEK2022) kapsamında sözlü bir sunum olarak sunulmuştur.

*Sorumlu yazar adresi: Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Ankara, Türkiye
e-posta: agokmen@gazi.edu.tr

devam etmektedir. Plastik bütünüyle parçalanmasının 10 ila 600 sene arasında zaman alacağı düşünüldüğünde olayın ciddi boyutlara vardığı anlaşılmaktadır.

Bu nedenle dünya genelinde plastik kullanımının kaldırılması, azaltılması, yeniden kullanımı, geri dönüşümü ve yeni alternatiflerinin oluşturulması için çalışmalar devam etmektedir (Borrelle vd., 2020). Bu noktada sürdürülebilir ve daha yeşil bir çevre için plastiğe alternatif olarak biyo bazlı plastik araştırmaları dikkat çekmektedir (Coppola vd., 2021). Bu araştırmalara konu olan başlıca madde ise kolay çözünebilir ve yenilenebilir özelliğe sahip olan selüloz, nişasta ve protein gibi doğal kaynaklardan elde edilen biyoplastiklerdir. Biyoplastikleri geleneksel plastiklerden üstün kılan özellikleri; kolayca parçalanabilmeleri, geri dönüşüm imkanının kolay olması, fosil yakıtların kullanımına olan bağımlılığı azaltmaları, üretimleri için daha az enerjiye gereksinim duymaları ve toksik bir etki bırakmamaları şeklinde özetlenebilir (Luengo, Garcia, Sandoval, Naharro & Olivera, 2003; Özdemir & Erkmen, 2013). Biyoplastikler, mısır nişastası, bitkisel katı ve sıvı yağlar, saman, geri dönüştürülmüş gıda atıkları, talaş, vb. maddeler olmak üzere biyolojik olarak parçalanabilen kaynaklar kullanılarak üretilen plastik malzemelerdir (Zhou vd., 2023). Biyobozunur ve biyobazlı malzemelerden üretilen biyoplastikler, petrol bazlı plastiklerin yerine kullanılacak en yeşil alternatif olarak kabul edilmektedir (Nanda vd., 2022). Biyolojik olarak parçalanabilir özellikte olan biyoplastikler ambalaj, biyomedikal, ulaşım, kompost torbaları, otomotiv ve elektronik imalatı, tarım ve bahçecilik dahil olmak üzere çeşitli endüstrilerde kendini göstermektedir. Biyoplastiklerin dünya plastik üretimindeki payı şu anda yüzde %1'in altında olmasına rağmen 2026'ya kadar yıllık %200'ün üzerinde büyüme oranlarına ulaşarak daha yüksek bir kullanım düzeyine ulaşacağı öngörülmektedir.

Çevreye olan etkileri açısından plastikler ve biyoplastikler, günümüzde üzerinde fazlaca durulan konular arasındadır. Bu nedenle geleceğin eğitimcileri olan öğretmen adaylarının plastik ve biyoplastik kavramlarını zihinlerinde doğru yapılandırmaları ve bu konuya ilişkin doğru bilgiler edinmeleri önem arz etmektedir. Doğru bilişsel yapıya sahip öğretmen adayları, gelecekte konuya ilişkin verimli eğitimler verebileceklerdir. Bireylerin öğrenme sonucunda oluşan bilişsel yapılarını açıklamak oldukça zordur. Bu doğrultu da bilişsel yapı ancak bireylerin anahtar kavramlara ilişkin düşüncelerini meydana çıkararak ortaya konulabilir (Ekici, Gökmen & Kurt, 2014). Öğretmen adaylarının bilişsel yapılarının tespiti ve kavramların anlaşılma düzeylerinin ölçülebilmesi amacıyla yönelik eğitim alanında gerçekleştirilen araştırmalarda farklı yöntem ve teknikler kullanılabilmektedir. Söz konusu tekniklerden biri de kelime ilişkilendirme testleridir. Kelime ilişkilendirme testleri (KİT), bilişsel yapıda bulunan kavramlar arasındaki bağları ve ilişkileri çözümleyebilmek amacıyla yararlanılan tekniklerdendir. KİT aracılığıyla kavramlar arasındaki ilişkilerin yeterliliğinin ve anlamlılığının düzeyi saptanmaktadır. Kavramlar, konular içerisinde yer alan birimler olabileceğinden, KİT yalnızca kavramların değil, herhangi bir disiplinin, durumların ve hatta kişilerin bile nasıl anlaşıldıklarını ölçmek amacıyla kullanılabilir (Atasoy, 2004).

İlgili alanyazın incelendiğinde KİT kullanılarak gerçekleştirilen araştırmalara rastlanmaktadır. Atabek Yiğit, Balkan Kıyıcı ve Yavuz Topaloğlu (2019) ve Özata Yücel ve Özkan (2014) KİT'i çevre ve çevresel sorunlarla ilgili algının belirlenmesinde kullanmışlardır. Çelik (2020) yaptığı çalışmada 5. sınıf öğrencilerinin çevre farkındalıklarını ve çevreye ilişkin bilişsel yapılarını KİT aracılığıyla incelemiştir. Aktaş (2021); Durmuş ve Sert (2022); Özata Yücel ve Özkan (2015); Polat (2013) ise çalışmalarında KİT kullanarak katılımcıların çevre ile ilgili konularda bilişsel yapılarını ortaya koymuşlardır.

Konuyla ilgili araştırmalar incelendiğinde çeşitli araştırmaların gerçekleştirildiği görülmekle birlikte, plastik ve biyoplastik konuları hakkında öğretmen adaylarının bilişsel yapılarının karşılaştırılarak incelendiği herhangi bir araştırmaya ulaşılamamıştır. Bu nedenle araştırma sonuçlarının ilgili alan yazında mevcut birikime ek olarak yenilikçi katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Yöntem

2.1. Araştırma Yöntemi

Öğretmen adaylarının görüşlerinin detaylı ve sistematik analizini yapmak için çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır (Merriam, 2013). Verilerin olabildiğince ayrıntılı, doğrudan ve mümkün olduğunca katılımcıların ifadeleriyle desteklenerek sunulması durum çalışmasında oldukça önemlidir (Ekiz, 2009; Kuş, 2003). Araştırmada öğretmen adaylarının plastik ve biyoplastik konularına yönelik bilişsel yapılarıyla ilgili veriler sistematik bir şekilde toplanıp, derinlemesine analiz edilerek sunulmuştur.

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubundan Türkiye'deki bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 60 biyoloji öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmanın çalışma grubu, maddiyat, zaman ve işgücü kaybının önüne geçilip pratikliği amaç edinen örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2018).

Tablo 1. Çalışma grubuna ait bilgiler

Sınıf Düzeyi	Kadın	Erkek	Toplam
1	14		14
2	13	2	15
3	13	2	15
4	16		16

Tablo 1'de görüldüğü üzere bir devlet üniversitesinin Biyoloji Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda farklı sınıflara kayıtlı 56'sı kadın 4'ü erkek olmak üzere 60 öğretmen adayı araştırmanın çalışma grubunu oluşturmaktadır.

2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmacılar tarafından oluşturulan KİT ile araştırmanın verileri elde edilmiştir. KİT'de uyarıcı kelimeler olarak verilen plastik ve biyoplastik konularına ilişkin akıllarına gelen çağrışımları yazmaları istenmiştir. KİT bireylerin bilişsel yapılarını, bu yapıdaki kavramlar arasındaki bağları, bireylerin kavramlar arasında kurduğu ilişki ve alternatif kavramları görmemize destek sağlar (Başol, 2016; Kalaycı, 2017). KİT'de katılımcı belirli bir süre dahilinde herhangi bir uyarıcı konuya yönelik sunulan ilgili anahtar kavramın aklına getirdiği kavramları cevap olarak verir (Bahar & Özatlı, 2003; Uyduran, 2019). Bu teknikte, bireylere her uyarıcı kelimenin cevaplanması için verilen zaman 30 ile 60 saniye aralığında değişiklik gösterebilir. Katılımcılara belli bir süre verilmesinin nedeni zincirleme cevap riskinin en aza indirilmesidir. KİT'in değerlendirilmesi işleminde, katılımcıların her anahtar kavrama yönelik cevap olarak yazdıkları kelimelerinin sayısı ve niteliği belirlenir, sonra kesme noktası veya tematik kod dağılımı oluşturularak değerlendirilebilir (Bahar & Özatlı, 2003; Nergiz, 2022).

2.4. Verilerin Analizi

KİT desteğiyle toplanan verilerin değerlendirilmesinde genel olarak anahtar kelimelere yönelik cevap olarak verilen kelimelerin sayısı, frekansı ve bunlara ek olarak cevap olarak verilen kelimelerin birbiriyle olan ilişkileri değerlendirilmektedir (Atabek Yiğit, Balkan Kıyıcı & Yavuz Topaloğlu, 2019; Nakiboğlu, 2008). Bu çalışmada verilerin analizinde içerik analizinden yararlanılmıştır. İçerik analizinde temelde yapılan işlem, birbirine benzeyen verileri belli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okurun anlayabileceği şekilde düzenleyerek yorumlamaktır (Yıldırım & Şimşek, 2016). Bu doğrultuda öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar doğrultusunda plastik ve biyoplastik konularına ilişkin zihinsel yapıları ortaya koyulmuştur.

2.5. Geçerlilik ve Güvenirlik

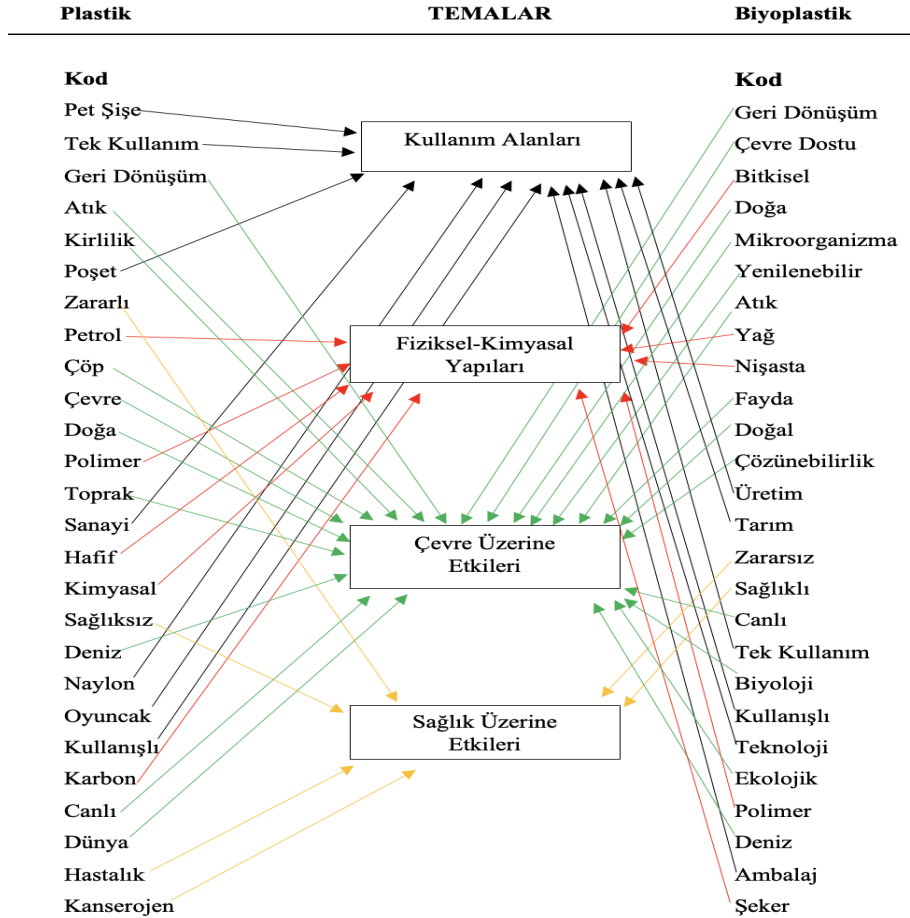
Bu çalışmada geçerliğin ve güvenilirliğin sağlanması için çeşitli önlemler alınarak çalışmalar yürütülmüştür. İç geçerliliğin sağlanması için araştırma verilerinin hazırlanması ve değerlendirilmesi

sürecinde uzman görüşleri ve katılımcı teyidi alınmıştır. Dış geçerlik için araştırma modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin toplanması, verilerin analizi ve bulguların düzenlenme süreçleri detaylı şekilde açıklanmıştır. Verilerin çözümlenmesi sürecinde kullanılan analiz çeşidi detaylandırılmıştır. Araştırmaya katılan katılımcıların özellikleri detaylı olarak belirlenmiştir. Katılımcı grubu için kullanılan örneklem yöntemi ve araştırmacıların araştırma üzerindeki rolleri açıklanmıştır.

İç güvenilirlik için bulgular yorum yapılmadan sunulmuştur. Dış güvenilirlik için ise kodlayıcılar arasındaki uyum hesaplanmıştır. Kodlamaların güvenilirliğini sağlamak amacıyla Miles ve Huberman'ın önerdiği $P(\text{Uzlaşma Yüzdesi}) = \frac{Na(\text{Görüş Birliği})}{Na(\text{Görüş Birliği}) + Nd(\text{Görüş Ayrılığı})} \times 100$ güvenilirlik formülüyle ifade edilen kodlayıcılar arasındaki uyum hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda kodlayıcılar arası uyum %90 olarak bulunmuştur. Güvenirlik hesaplarının %70'in üzerinde olması, araştırma için güvenilir olarak kabul edildiği göz önünde bulundurularak kodlayıcılar arasındaki güvenilirliğin yeterli düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Miles & Huberman, 1994). Ayrıca dış güvenilirlik için elde edilen veriler ilgili literatür çerçevesinde tartışılmıştır.

3. Bulgular

Araştırmada öğretmen adaylarının plastik ve biyoplastik kavramlarına yönelik bilişsel yapıları dört tema altında toplanmıştır. Bu temalar "kullanım alanları, fiziksel-kimyasal yapıları, çevre üzerine etkileri, sağlık üzerine etkileri" şeklindedir. Temalar oluşturulurken; plastik ve biyoplastik konularıyla ilgili çeşitli kaynaklar taranmış ve verilen cevaplar konu kapsamına göre temalara dağıtılmıştır. Oluşturulan tematik kod dağılımı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Plastik ve Biyoplastik Konularına Yönelik Oluşturulan Tematik Kod Dağılımı

Şekil 1’de, öğretmen adaylarının plastik ve biyoplastik konularına ilişkin ifade ettikleri kelimelerin frekanslarına göre sıralanması görülmektedir. Araştırmada öğretmen adaylarının plastik konusuna ilişkin olarak en fazla “pet şişe” sözcüğünü, biyoplastik konusuna ilişkin ise en fazla “geri dönüşüm” sözcüğünü ifade ettikleri görülmektedir. Elde edilen 52 kodun, içerik analizi sonucunda bunların dört tema altında toplandığı görülmektedir. Oluşturulan tematik kod dağılımında “kullanım alanları” temasını temsilen siyah, “fiziksel-kimyasal yapıları” temasını temsilen kırmızı, “çevre üzere etkileri” temasını temsilen yeşil, “sağlık üzerine etkileri” temasını temsilen de sarı oklar kullanılmıştır.

Öğretmen adaylarının plastik ve biyoplastik konularıyla ilgili bilişsel yapılarının kullanım alanları temasına göre dağılımı Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Öğretmen Adaylarının Plastik ve Biyoplastik Konularıyla İlgili Bilişsel Yapılarının Kullanım Alanları Temasına Göre Dağılımı

Plastik		Biyoplastik	
Kodlar	f	Kodlar	f
Pet Şişe	30	Üretim	7
Tek Kullanım	27	Tarım	6
Poşet	15	Tek Kullanım	5
Sanayi	3	Kullanışlı	3
Naylon	2	Teknoloji	3
Oyuncak	2	Ambalaj	2
Kullanışlı	2		

Tablo 2’de plastik ve biyoplastiklerin kullanım alanları temasında, öğretmen adaylarının plastiklerle ilgili ifade ettiği ilişkilendirmeler çoğunlukla “pet şişe”, “tek kullanım”, “poşet” kelimeleri olurken, bu ifadelerin yanında “sanayi”, “naylon”, “oyuncak”, “kullanışlı” gibi kelimelerin de kullanıldığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının biyoplastik konusuyla ilgili ifade ettiği ilişkilendirmelerin ise “üretim”, “tarım”, “tek kullanım”, “kullanışlı”, “teknoloji”, “ambalaj” kelimelerinin olduğu görülmektedir. Ayrıca hem plastik hem de biyoplastik konusu için “tek kullanım” ve “kullanışlı” kelimelerinin ortak olarak kullanıldığı görülmektedir.

Öğretmen adaylarının plastik ve biyoplastik konularıyla ilgili bilişsel yapılarının fiziksel-kimyasal yapıları temasına göre dağılımı Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Öğretmen Adaylarının Plastik ve Biyoplastik Konularıyla İlgili Bilişsel Yapılarının Fiziksel-Kimyasal Yapıları Temasına Göre Dağılımı

Plastik		Biyoplastik	
Kodlar	f	Kodlar	f
Petrol	11	Bitkisel	18
Polimer	5	Yağ	10
Hafif	3	Nişasta	10
Kimyasal	3	Polimer	2
Karbon	2	Şeker	2

Tablo 3’te plastik ve biyoplastiklerin fiziksel ve kimyasal yapıları temasında, öğretmen adaylarının plastiklerle ilgili ifade ettiği ilişkilendirmeler çoğunlukla “petrol” ve “polimer” kelimeleri olurken, bu ifadelerin yanında daha az olarak kullanılan “hafif”, “kimyasal”, “karbon” gibi kelimelerin de kullanıldığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının biyoplastik konusuyla ilgili ifade ettiği ilişkilendirmeler çoğunlukla “bitkisel”, “yağ” ve “nişasta” gibi kelimeler olurken, bunların yanında “polimer” ve “şeker” gibi kelimelerin de kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca hem plastik hem de biyoplastik konusu için “polimer” kelimesinin ortak olarak kullanıldığı görülmektedir.

Öğretmen adaylarının plastik ve biyoplastik konularıyla ilgili bilişsel yapılarının çevre üzerine etkileri temasına göre dağılımı Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Öğretmen Adaylarının Plastik ve Biyoplastik Konularıyla İlgili Bilişsel Yapılarının Çevre Üzerine Etkileri Temasına Göre Dağılımı

Plastik		Biyoplastik	
Kodlar	f	Kodlar	f
Geri Dönüşüm	22	Geri Dönüşüm	23
Atık	22	Çevre	21
Kirlilik	19	Doğa	13
Çöp	9	Mikroorganizma	12
Çevre	8	Yenilenebilir	12
Doğa	6	Atık	10
Toprak	5	Fayda	10
Deniz	3	Doğal	10
Canlı	2	Çözünübilirlik	8
Dünya	2	Canlı	5
		Biyoloji	4
		Ekolojik	3
		Deniz	2

Tablo 4'te plastik ve biyoplastiklerin çevre üzerine etkileri temasında, öğretmen adaylarının plastiklerle ilgili ifade ettiği ilişkilendirmeler çoğunlukla "geri dönüşüm", "atık" ve "kirlilik" kelimeleri olduğu görülmektedir. Bununla birlikte daha az olarak "çöp", "çevre", "doğa", "toprak", "deniz", "canlı", "dünya" gibi kelimelerin de kullanıldığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının biyoplastik konusuyla ilgili ifade ettikleri ilişkilendirmelerin çoğunlukla "geri dönüşüm" ve "çevre" kelimeleri olduğu görülmüştür. Biyoplastik konusuyla ilgili bu yanıtların yanında "doğa", "mikroorganizma", "yenilenebilir", "atık", "fayda", "doğal", "çözünübilirlik", "canlı", "biyoloji", "ekolojik", "deniz" gibi kelimelerin de kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca hem plastik hem de biyoplastik için "geri dönüşüm", "çevre", "doğa" ve "canlı" kelimelerinin ortak olarak kullanıldığı görülmektedir.

Öğretmen adaylarının plastik ve biyoplastik konularıyla ilgili bilişsel yapılarının sağlık üzerine etkileri temasına göre dağılımı Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Öğretmen Adaylarının Plastik ve Biyoplastik Konularıyla İlgili Bilişsel Yapılarının Sağlık Üzerine Etkileri Temasına Göre Dağılımı

Plastik		Biyoplastik	
Kodlar	f	Kodlar	f
Zararlı	14	Zararsız	6
Sağlıksız	3	Sağlıklı	6
Hastalık	2		
Kanserojen	2		

Tablo 5'te plastik ve biyoplastiklerin sağlık üzerine etkileri temasında, öğretmen adaylarının plastiklerle ilgili ifade ettiği ilişkilendirmelerin çoğunlukla "zararlı" kelimesine odaklandığı görülmektedir. Yine plastik konusuyla ilgili daha az kullanılan "sağlıksız", "hastalık", "kanserojen", gibi kelimelerin de kullanıldığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının biyoplastik konusuyla ilgili ifade ettiği ilişkilendirmelerin ise "zararsız" ve "sağlıklı" kelimeleri olduğu görülmektedir. Bu temada ortak bir kelime yer almamaktadır.

4. Sonuç ve Tartışma

Bu araştırmada öğretmen adaylarının plastik ve biyoplastik konuları hakkındaki bilişsel yapıları KİT kullanılarak incelenmiştir. Söz konusu çevre olduğunda, dünyanın en önemli problemlerden biri olarak plastik kirliliği karşımıza çıkmaktadır (Gümüşderelioğlu, 2012). Bunun yanı sıra plastik malzemeler işlenebilme kolaylığı, ucuzluk ve çeşitlilik gibi pek çok avantajı nedeniyle hayatın her yerindedir. Üretimlerinin başta petrol olmak üzere fosil yakıtlara bağımlı olması ve doğadaki kalıcılıkları kirliliğe sebebiyet veren önemli dezavantajlardır. Bu dezavantajlar doğada çözülebilen bir ürün olan biyoplastiklerin üretimini ve kullanımını gündeme getirmiştir. Teorik olarak, yakın gelecekte hammadde güclüğü olmayan ve çevre dostu olan biyoplastiklerin geliştirilecek yeni yöntemlerle üretiminin ve kullanımının artacağı düşünülebilir (Kılınç, Tomar & Çağlar, 2017). Ancak her iki plastik türünün de kullanımda olduğu günümüzde, doğanın dengesi ve sürdürülebilirlik adına plastik ve biyoplastik konularında bilimsel bilgilere sahip olmak oldukça önemlidir. Doğru bilişsel yapıya sahip bireyler davranışlarında ve tercihlerinde çevre adına daha doğru olanı seçmeye çalışacaklardır. Bu noktada geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adaylarının konuya yaklaşımları önem kazanmaktadır. Hizmet öncesi dönemlerinde doğru ve bilimsel bir bilişsel yapıya sahip olan öğretmen adayları, mesleğe başladıklarında konuya ilişkin eğitim öğretim faaliyetlerinde daha verimli öğrenme süreçleri oluşturabileceklerdir.

Araştırmada öğretmen adaylarının, plastik ve biyoplastik konularına yönelik KİT'e verdikleri cevaplardan 52 anlamlı kelime ve bu kelimelerin içerik analiziyle dört tema elde edilmiştir. Öğretmen adaylarının kullanım alanları temasında plastikler için pet şişe, tek kullanım, poşet; biyoplastikler için üretim, tarım ve tek kullanım cevaplarını öncelikli olarak verdikleri belirlenmiştir. Bu sonuçlardan öğretmen adaylarının günlük hayatta kullandıkları plastik kökenli malzemelerin çoğunlukla pet şişeler, tek kullanımlık plastikler ve poşetler olduğu sonucu çıkarılabilir. Ayrıca öğretmen adaylarının kullandıkları bu eşyaların kökeninin plastik olduğu ve plastikten üretildiğinin farkında oldukları görülmektedir. Benzer şekilde Sandalcı (2021), öğretmen adaylarının mikroplastikler konusundaki farkındalıklarının belirlenmesi amacı ile gerçekleştirdiği araştırmasında, çeşitli plastik kökenli ürünleri günlük yaşamlarında kullandıklarından dolayı plastik türlerine ilişkin farkındalığa sahip oldukları sonucuna ulaşmıştır.

Öğretmen adayları fiziksel-kimyasal yapıları temasında plastikler için petrol, polimer ve hafif; biyoplastikler için bitkisel, yağ ve nişasta cevaplarını öncelikli olarak belirtmişlerdir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının plastik ve biyoplastik konularındaki fiziksel-kimyasal yapı noktasında bilgilerinin doğru olduğu söylenebilir. Bu durumun öğretmen adaylarının lisans öğrenimlerindeki derslerinin bilişsel yapılarına olan olumlu katkılarından kaynaklandığı düşünülebilir.

Çevre üzerine etkileri temasında plastikler için geri dönüşüm, atık, kirlilik cevaplarının, biyoplastik için geri dönüşüm, çevre ve doğa cevaplarının öncelikli olarak verildiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının plastik konusuna yönelik verdikleri kirlilik, çöp gibi cevaplardan plastiği çevre sorunlarının nedenlerinden biri olarak gördükleri sonucuna ulaşılabilir. Bunun tam tersine biyoplastiğin çevre üzerine etkisi için, çevre ve doğa gibi kodların yüksek oranda olması biyoplastiği çevreyle dost bir ürün olarak nitelendirdikleri görülmektedir. Köksal, Aydır Er, Ardalı ve Sağlam (2019), biyoplastiklerin biyobozunurluk durumlarını inceledikleri çalışmalarında, plastiklerin çevreye olan olumsuz etkilerindeki artış sebebiyle biyolojik esaslı olarak üretilen biyoplastiklerin, biyoparçalanabilir özelliğe sahip oldukları için çevre dostu ürün olarak kullanımda önemli bir yere sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Bununla birlikte plastiklerin ve biyoplastiklerin her ikisinde de en yüksek oranla geri dönüşüm ifadesine yer verilmesi, öğretmen adaylarının geri dönüştürülebilirlik açısından bu iki malzemeyi eşit olarak düşündükleri şeklinde değerlendirilebilir. Plastiklerin sadece %8-9'luk bir oranı geri dönüştürülebilmektedir. Bu durumda öğretmen adaylarının bazı alternatif kavramlara sahip oldukları, plastik malzemelerin kullanım ömürleri dolduktan sonra ilk üretildikleri amaç dışında yeniden kullanılmalarının da öğretmen adayları tarafından geri dönüşüm olarak nitelendirildiği

söylenbilir. Ancak biyoplastiklerde geri dönüşüm teorik ve pratik açılarından çok daha kolay ve mümkündür.

Sağlık üzerine etki temasında öğretmen adaylarının plastikler için zararlı, sağlıksız ve hastalık kodlarını, biyoplastik konusunda ise zararsız ve sağlıklı kodlarını belirttikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının sağlık noktasında biyoplastikleri plastiklere göre daha güvenilir buldukları sonucuna ulaşılabilir. Öğretmen adaylarının plastikler için tamamen olumsuz ifadeler kullanmaları, plastiğin başta sağlık olmak üzere insan hayatı için önemli kullanım alanlarına yeterince değinilmediğini göstermektedir. Nitekim plastiklerin sağlığa zararlarının yanı sıra, enfeksiyon riskini önleme gibi çeşitli nedenlerden sağlık sektöründe önemli bir yeri vardır (Rizan, Mortimer, Stancliffe & Bhutta, 2020). Bu durumun medya veya iletişim araçlarının plastiğin sadece olumsuz yönlerine odaklanmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Biyoplastikler hakkında ise bitkisel kökenli olmaları sebebiyle genel olarak sağlıklı oldukları anlayışının geliştiği sonucu çıkarılabilir.

Günlük hayatta plastiklerin yerinin uygun alanlarda biyoplastik ya da daha çevre dostu teknolojilerin alması konusunda toplumun bilinçlendirilmesi önemli görülmektedir. Sosyobilimsel bir konu olarak değerlendirilebilecek plastik konusunda medya içeriklerinin oluşturulmasında bilimsel araştırmalardan ve bilim insanlarının deneyimlerinden yararlanılabilir. Bunun yanı sıra plastiklerin etkilerinin ve çevre dostu alternatiflerinin formal bir eğitimle öğrenilebilmesi için konular uygulamalı etkinliklerle öğretim programlarına entegre edilebilir. İlerideki araştırmalar için, öğretmen adaylarının plastik ve biyoplastik konularına ilişkin bilişsel yapılarının değişiminin belirlenmesine yönelik çeşitli deneysel araştırmalar gerçekleştirilebilir.

Etik Beyannameesi

Araştırmada Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesinde yer alan maddeler çerçevesinde gerçekleştirilmiş olup, herhangi bir etik ihlal durumunun olmadığını beyan ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmanın yayınlanmasında akademik ya da finansal bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

Bilgilendirilmiş Onam

Katılımcılar araştırmaya gönüllü destek vermişlerdir. Katılımcılar için bilgilendirilmiş gönüllü olur formu alındığını beyan ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Bu araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve yazılı hale getirilmesinde araştırmacılar eşit oranda katkı sunmuşlardır.

Kaynakça

- Akça, M. O. & Sözüdoğru Ok, S. (2021). Toprak ekosistemi üzerine mikroplastiklerin etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 9(2), 79-91.
- Aktaş, D. (2021). "Geri Dönüşüm" konusunun temel kavramlarına yönelik ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin bilişsel yapılarının incelenmesi. (Yüksek lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Atabek Yiğit, E., Balkan Kıyıcı, F. & Yavuz Topaloğlu, M. (2019). İlkokul öğrencilerinin çevre sorunları ile ilgili kavramlara yönelik algılarının belirlenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 732-744.
- Atasoy, B. (2004). *Fen Öğrenimi ve Öğretimi*. Ankara: Asil.

- Bahar, M. & Özatlı, N. S. (2003). Kelime iletişim test yöntemi ile lise 1. sınıf öğrencilerinin canlıların temel bileşenleri konusundaki bilişsel yapılarının araştırılması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 75- 85.
- Bakar, F. (2013). *Bilim ve sanat merkezi öğrencilerinin plastik atıkların geri dönüşümü ve çevreye etkileri konusundaki tutumlarının belirlenmesi (Batı Karadeniz bölgesi örnekleme)*. (Yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Başol, G. (2016). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem.
- Bergmann, M., Collard, F., Fabres, J., Gabrielsen, G. W., Provencher, J. F., Rochman, C. M., van Sebillie, E. & Tekman, M. B. (2022). Plastic pollution in the Arctic. *Nat Rev Earth Environment*, 3, 323–337.
- Borrelle, S. B., Ringma, J., Law, K. L., Monnahan, C. C., Lebreton, L., McGivern, A., Murphy, E., Jambeck, J., Leonard, G. H., Hilleary, M. A., Eriksen, M., Possingham, H. P., De Frond, H., Gerber, L. R., Polidoro, B., Tahir, A., Bernard, M., Mallos, N., Barnes, M. & Rochman, C. M. (2020). Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution, *Science*, 369(6510), 1515-1518.
- Brahney, J., Mahowald, N., Prank, M., Cornwell, G., Klimont, Z., Matsui, H., Prather, K. A. (2021). Constraining the atmospheric limb of the plastic cycle. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(16), 1-10.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, S., & Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem.
- Coppola, G., Gaudio, M. T., Lopresto, C. G., Calabro, V., Curcio, S. & Chakraborty, S. (2021). Bioplastic from Renewable Biomass: A Facile Solution for a Greener Environment. *Earth Systems and Environment*, 5, 231–251.
- Çelik, A. (2020). 5. Sınıf Öğrencilerinin Çevre Farkındalıklarının ve Çevreye İlişkin Bilişsel Yapılarının İncelenmesi. *International Journal of Geography and Geography Education*, (41), 73-87.
- Durmuş, E. & Sert, A. E. (2022). Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının küresel sorunlara ilişkin bilişsel yapılarının kelime ilişkilendirme testi ile incelenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(3), 1177-1193.
- Ekici, G., Gökmen, A. & Kurt, H. (2014). Öğretmen adaylarının “bilgisayar” kavramı konusundaki bilişsel yapılarının belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(3), 357-401.
- Ekiz, D. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Anı.
- Erbay, E. (2010, Mayıs). Plastikler ve Çevre. 3. *Ulusal Polimer Bilim ve Teknolojisi Kongresi ve Sergisi*, Kocaeli
- Geyer, R., Jambeck, J. R. & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), 1-5.
- Gümüşderelioğlu, M. (2012). Biyoplastikler. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 76-79.
- Kalaycı, S. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının “prokaryot” ve “ökaryot” kavramları hakkındaki bilişsel yapılarının belirlenmesi. *e-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 8(3), 46-64.
- Köksal, Ö., Aydın Er, B., Ardalı, Y. & Sağlam, M. (2019). Biyoplastiklerin biyodegradasyonu. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), 151-167.
- Kılınç, M., Tomar, O. & Çağlar, A. (2017). Biyobozunur Gıda Ambalaj Malzemeleri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(3), 988-996.
- Kuş, E. (2003). *Nicel-nitel araştırma teknikleri*. Ankara: Anı.

- Luengo, J. M., Garcia, B., Sandoval, A., Naharro, G. & Olivera, E. R. (2003). Bioplastics from microorganisms. *Current Opinion in Microbiology*, 6(3), 251–260.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber*. (S. Turan, Çeviri Ed.). Ankara: Nobel.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis*. Thousand Oaks, California: SAGE.
- Nakiboğlu, C. (2008). Using word associations for assessing non major science students' knowledge structure before and after general chemistry instruction: in the case of atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 309-322.
- Nanda, S., Patra, B. R., Patel, R., Bakos, J. & Dalai A. K. (2022). Innovations in applications and prospects of bioplastics and biopolymers: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 20, 379–395.
- Nergiz, H. (2022). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının "madde" kavramı ile ilgili bilişsel yapılarının kelime ilişkilendirme testi, çizme-yazma tekniği ve kavram haritaları ile belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Alanya.
- Özata Yücel, E. & Özkan, M. (2014). Fen bilimleri öğretmen adaylarının çevre algılarının kelime ilişkilendirme aracılığıyla belirlenmesi. *e-International Journal of Educational Research*, 5(4), 41-56.
- Özata Yücel, E. & Özkan, M. (2015). Determination of secondary school students cognitive structure, and misconception in ecological concepts through word association test. *Educational Research and Reviews*, 10(5), 660-674.
- Özdemir, N. & Erkmn, J. (2013). Yenilenebilir biyoplastik üretiminde alglerin kullanımı. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(8), 89-104.
- Plastics Europe. (2022). Plastics – the Facts 2022. https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2022/10/PE-PLASTICS-THE-FACTS_V7-Tue_19-10-1.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Polat, G. (2013). 9. sınıf öğrencilerinin çevreye ilişkin bilişsel yapılarının kelime ilişkilendirme test tekniği ile tespiti. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(1), 97-120.
- Rizan, C., Mortimer, F., Stancliffe, R. & Bhutta, M. F. (2020). Plastics in healthcare: time for a re-evaluation. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 113(2), 49-53.
- Sandalcı, G. (2021). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının mikroplastikler konusundaki farkındalıkları*. (Yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun.
- Sevencan, F. & Vaizoğlu, S. (2007). Pet ve geri dönüşümü. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 6(4), 307-312.
- Uyduran, 2019. *Ortaokul öğrencilerinin "enerji" konusundaki bilişsel yapılarının kelime ilişkilendirme testi (KİT) yoluyla incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.
- Yüce, E. & Kılıç, M. (2014). PVC ve PET atıkların seçimli flotasyonu bölüm 1: Plastikler; çevresel etkileri; geri dönüşümü. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(2), 79-94.
- Zhou, H., Mao, Y., Zheng, Y., Liu, T., Yang, Y., Si, C., Wang, L., & Dai, L. (2023). Complete conversion of xylose-extracted corncob residues to bioplastic in a green and low carbon footprint way, *Chemical Engineering Journal*, 471.