



Aralık / December 2025

Cilt/Volume: 9

Sayı/Issue: 2

ISSN: 2587-1706

Anadolu Öğretmen Dergisi
Anatolian Journal of Teacher



www.dergipark.org.tr/aod

Araştırma Makalesi
DOI: 10.35346/aod.1699700

ÖZEL YETENEKLİ LİSE ÖĞRENCİLERİNE YÖNELİK İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAĞLAMINDA MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİ FARKINDALIK EĞİTİMİ: DENEYSEL BİR ÇALIŞMA

Dr. Satı CEYLAN ORAL¹, Ece ÖZBERK² ve Kerem Kaan KULA³

¹ Burhaniye Bilim ve Sanat Merkezi, Balıkesir, Türkiye, 0000-0002-3376-1709, ceylansati@hotmail.com

² Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 0000-0001-2345-6789, ecceozberk0.0@gmail.com

³ Burhaniye Bilim ve Sanat Merkezi, Balıkesir, Türkiye, 0009-0008-0051-2432, keremkula54@gmail.com

ÖZET

Bu araştırmanın amacı; mikroskopik analizlerle desteklenen 'İklim Değişikliği Bağlamında Mikroplastik Kirliliği Farkındalık Eğitimi'nin, özel yetenekli lise öğrencilerinin farkındalık düzeyleri üzerindeki etkisini sınamak ve öğrencilerin eğitim süreci sonunda bu çevre sorununa yönelik geliştirdikleri çözüm önerilerini incelemektir. Araştırmada, ön test-son test yarı deneysel modeli kullanılarak 40 öğrencinin farkındalık düzeylerindeki değişim "Mikroplastik Kirliliği Farkındalığı Ölçeği" aracılığıyla ölçülecek ve eğitim sonrasında ise açık uçlu iki soru sorulacaktır. Açık uçlu sorular cevaplandırılmadan önce öğrenciler 4'er kişilik gruplara ayrılarak, yaptıkları tartışmalar sonrasında yanıtlarını Padlet üzerinden iletmışlerdir. Araştırma kapsamında, çamaşır kurutma makinelerinden salınan mikroplastikler mikroskopik incelemelerle analiz edilmiş, elde edilen veriler öğrencilerle paylaşılmıştır. Eğitim sürecinde, mikroplastiklerin atmosferde taşınması, buzullar üzerindeki etkileri ve karbon döngüsü üzerindeki rolü gibi konular Web 2.0 araçlarından destek alınarak iklim değişikliği bağlamında ele alınmıştır. Araştırma bulguları, eğitimin öğrencilerin genel mikroplastik farkındalık düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış sağladığını göstermiştir. Alt boyutlar incelendiğinde; canlı yaşamı ve insan sağlığına yönelik farkındalık anlamlı düzeyde artarken, kirliliğin önlenmesine yönelik farkındalık artışı anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca, evinde çamaşır kurutma makinesi bulunan öğrencilerin farkındalık artışının, bulunmayanlara göre anlamlı derecede yüksek olduğu saptanmıştır. Nitel boyutta ise öğrencilerin ağırlıklı olarak bireysel ve toplumsal çözüm önerileri sundukları, küresel politika boyutuna daha az değindikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak; mikroskopik gözlemlerle somutlaştırılan eğitimin farkındalığı artırmada etkili olduğu, ancak önleyici stratejilerin ve küresel perspektifin eğitim içeriklerinde daha fazla vurgulanması gerektiği ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Mikroplastik Kirliliği, İklim, Farkındalık Eğitimi, İklim Değişikliği.

MICROPLASTIC POLLUTION AWARENESS EDUCATION IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE FOR GIFTED HIGH SCHOOL STUDENTS: AN EXPERIMENTAL STUDY

ABSTRACT

The aim of this research is to examine the effect of "Microplastic Pollution Awareness Education in the Context of Climate Change," supported by microscopic analyses, on the awareness levels of gifted high school students and to investigate the solution proposals developed by the students regarding this environmental issue at the end of the educational process. Employing a quasi-experimental pre-test/post-test design, the study measured the change in awareness levels of 40 students using the "Microplastic Pollution Awareness Scale," followed by two open-ended questions administered after the education. Prior to answering the open-ended questions, students were divided into groups of four and submitted their responses via Padlet following group discussions. Within the scope

of the research, microplastics emitted from tumble dryers were analyzed through microscopic examinations, and the obtained data were shared with the students. During the educational process, topics such as the atmospheric transport of microplastics, their effects on glaciers, and their role in the carbon cycle were addressed within the context of climate change, supported by Web 2.0 tools. The research findings indicated a statistically significant increase in the students' general microplastic awareness levels following the education. Upon examining the sub-dimensions, it was observed that while awareness regarding living organisms and human health increased significantly, the increase in awareness regarding the prevention of pollution was not found to be statistically significant. Furthermore, it was determined that the increase in awareness among students who have a tumble dryer at home was significantly higher compared to those who do not. Regarding the qualitative dimension, it was determined that students predominantly presented individual and societal solution proposals, while touching less upon the global policy dimension. In conclusion, it was demonstrated that education concretized by microscopic observations was effective in increasing awareness; however, preventive strategies and a global perspective require greater emphasis within educational content.

Keywords: Microplastic Pollution, Climate, Awareness Education, Climate Change.

GİRİŞ

*“Plastik doğada kaybolmaz,
sadece daha küçük parçalara bölünerek hayatımıza sızar...”*

Plastik kirliliği, ekosistemler ve insan sağlığı üzerinde ciddi tehditler oluşturan küresel bir çevre sorunudur. Plastik atıkların zamanla parçalanarak mikroplastiklere dönüşmesi, bu kirliliğin daha yaygın ve gözlemlenmesi zor bir hale gelmesine neden olmaktadır. Mikroplastikler, boyutları 5 mm'den küçük olan plastik parçacıklarıdır (Thompson vd., 2004). Bu küçük parçacıklar, büyük plastiklerin parçalanmasıyla oluşabileceği gibi, bazı kozmetik ürünlerinde ve endüstriyel süreçlerde de doğrudan üretilebilir. Mikroplastikler, denizlerde, okyanuslarda, tatlı sularda, havada ve hatta toprakta yaygın olarak bulunur (Rochman vd., 2015). Mikroplastikler sadece su ve toprakta değil, havada da önemli ölçüde birikmekte ve insan faaliyetleri sonucunda atmosfere yayılmaktadır (Eryılmaz, & Demirarslan, 2022).

Mikroplastiklerin dünyamız için oluşturduğu tehditler çok çeşitli ve karmaşıktır. Mikroplastikler, *deniz canlıları* tarafından besin zannedilerek yutulabilir. Bu durum, hayvanların sindirim sistemlerini bozabilir, büyüme ve üreme yeteneklerini olumsuz etkileyebilir ve hatta ölümlerine yol açabilir (Wright vd., 2013). Ayrıca, mikroplastikler, deniz canlılarının vücutlarında birikerek besin zinciri yoluyla insanlara kadar ulaşabilir ve sağlık sorunlarına neden olabilir. Mikroplastiklerin *insan sağlığı* üzerindeki etkileri henüz tam olarak anlaşılamamış olsa da bazı çalışmalar mikroplastiklerin insan vücuduna solunum yoluyla veya beslenme yoluyla girebileceğini göstermektedir. Mikroplastiklerin neden olduğu potansiyel sağlık sorunları arasında iltihaplanma, hormonal bozukluklar ve hatta kanser riski

bulunmaktadır (Lusher ve Hollman, 2019). Mikroplastikler, sadece deniz yaşamını değil, *tüm ekosistemleri* olumsuz etkileyebilir. Toprakta biriken mikroplastikler, bitki büyümesini engelleyebilir ve toprak verimliliğini azaltabilir (Souza Machado vd., 2018). Havada bulunan mikroplastikler ise *solunum yoluyla* bitkilere zarar verebilir ve fotosentez süreçlerini olumsuz etkileyebilir. Mikroplastik kirliliği, turizm, balıkçılık ve su ürünleri gibi sektörleri olumsuz etkileyebilir. Kirlenmiş kıyı şeritleri ve deniz ürünleri, turistlerin ve tüketicilerin ilgisini kaybedebilir ve ekonomik kayıplara yol açabilir.

Yapılan alan yazın taraması sonucunda mikroplastiklerin Türkiye’deki çevre politikaları ve mikroplastik kirlilik (Kanlı ve Kurt, 2019), çevresel etkileri (Arı ve Ögüt, 2021) ve sağlık üzerine etkileri (Akçay ve diğerleri, 2020), sucul ortamlarda yer alması ve bu ortamların arıtılması (Tutoğlu, 2019), denizlerde oluşturduğu etkiler (Çağlayan ve Aytan, 2020), doğal tuz üretiminde bulunması (Çatalbaş, 2017), besinlerde bulunması (Berber, 2016) ve etkileri, denizlerdeki canlılar üzerindeki etkisi (Kenan ve Teksoy, 2022), gıdalarda bulunması (Balcı, 2020) insanlar üzerindeki etkileri (Önder ve diğerleri, 2020) gibi olumsuz etkilerine yönelik araştırmalarla beraber reklam sektörü ile plastik kirliliğinin önüne geçilmesi (Aksoy ve Aksoy, 2022) gibi araştırmaların yapıldığı; bu konuyla ilgili olarak Güleşir (2021) tarafından yapılan ölçek geliştirme çalışmasıyla karşılaşılmıştır.

Günümüzün en acil çevresel krizlerinden biri olarak kabul edilen iklim değişikliği, atmosferdeki sera gazı birikiminin artması sonucunda küresel ortalama sıcaklıkların yükselmesi ve buna bağlı olarak iklim sistemlerinde meydana gelen kalıcı değişiklikler olarak tanımlanmaktadır (IPCC, 2021). Fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma ve endüstriyel süreçler, karbon döngüsünün dengesini bozarak gezegenin ısınmasına neden olmaktadır. Ancak iklim değişikliği, sadece sıcaklık artışıyla sınırlı kalmayıp, okyanus asitlenmesi, deniz seviyesinin yükselmesi ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi çok boyutlu sonuçlar doğurmaktadır. Bu çok boyutlu krizin, diğer çevresel kirleticilerle olan etkileşimi ise son yıllarda bilim dünyasının dikkatini çeken yeni bir araştırma alanıdır. Bu kirleticilerin başında ise plastikler gelmektedir.

Mikroplastik kirliliği ve iklim değişikliği birbirinden bağımsız çevresel sorunlar gibi görünse de, aslında pek çok noktada birbiriyle bağlantılıdır. Mikroplastik kirliliğinin iklim değişikliği ile bağlantısı Tablo 1’de (Thompson vd., 2004) açıklanmıştır. Mikroplastik kirliliği ve iklim değişikliği, ortak kaynaklara dayanan ve birbirini tetikleyen çevresel sorunlardır. Plastik üretimini azaltmak, geri dönüşümü artırmak ve doğaya plastik salınımını en aza indirmek, hem mikroplastik kirliliğini kontrol altına almak hem de karbon salınımını azaltarak iklim değişikliğiyle mücadele etmek için önemli adımlardır.

Tablo 1. Mikroplastik Kirliliğinin İklim Değişikliği ile İlişisine Dair Örnekler

İlişki Alanı	Açıklama
Fosil Yakıt ve Karbon Salımı	Plastik üretimi büyük ölçüde fosil yakıtlara dayanır ve üretim süreci atmosfere yoğun sera gazı salınımına neden olur (Shen vd., 2020).
Okyanuslar ve Karbon Döngüsü	Mikroplastikler fitoplanktonların fotosentez kapasitesini düşürerek okyanusların karbon yutağı olma özelliğini zayıflatabilir (Shen et al., 2020; Ghalgani vd., 2019).
Buzullar ve Albedo Etkisi	Atmosferik taşıyım yoluyla buzullara ulaşan mikroplastikler, güneş ışığını emerek erimeyi hızlandırır ve albedo etkisini azaltır (Evangelou vd., 2020).
Aşırı Hava Olayları	İklim değişikliği kaynaklı sel ve fırtınalar, karasal plastik atıkların denizlere taşınmasını hızlandırarak kirlilik döngüsünü şiddetlendirir (Roebroek vd., 2021).



Şekil 1. Mikroplastik Kirliliği ve İklim Değişikliği İlişkisi

Şekil 1’de de görüldüğü üzere mikroplastik kirliliği ile iklim değişikliği arasında karşılıklı bir etkileşim bulunmaktadır (Gündüz Balpetek vd., 2022).

Mikroplastik kirliliği üzerine yapılan bilimsel çalışmalar, bu parçacıkların yalnızca ekosistemleri değil, aynı zamanda iklim sistemlerini de etkilediğini ortaya koymaktadır. Mikroplastiklerin atmosferde taşınarak güneş ışığını absorbe etmesi ve buzulların erime sürecini hızlandırması gibi etkileri, iklim değişikliğinin şiddetlenmesine katkıda bulunmaktadır. Özellikle, mikroplastiklerin denizlerde yaşayan mikroorganizmaların karbondioksiti emme ve oksijen üretme yeteneklerini olumsuz etkilediği, bu durumun okyanusların karbon emme kapasitesini azaltarak iklim değişikliğine katkı sağladığı belirtilmektedir (Gündüz Balpetek vd., 2022). Ne yazık ki, mikroplastiklerin ekosistemler üzerindeki yıkıcı etkileri ve insan sağlığına yönelik potansiyel riskleri bilimsel araştırmalarla

ortaya konmuş olmasına rağmen, kamuoyunun bu konuda bilinç düzeyi hala yetersizdir. Çeşitli çalışmalar, mikroplastiklerin deniz ve tatlı su ekosistemlerinde biriktiğini, toprak sağlığını olumsuz etkilediğini ve besin zinciri aracılığıyla insan vücuduna kadar ulaşabildiğini göstermektedir (Galloway et al., 2017). Ayrıca, solunum yoluyla alınan mikroplastiklerin akciğerlere kadar ulaşip inflamasyona neden olabileceği belirlenmiştir (Prata, 2018). Ancak, bireylerin günlük yaşamda mikroplastik maruziyetini nasıl azaltabilecekleri ve mikroplastik kirliliğinin uzun vadeli sağlık riskleri konusunda bilinçlendirilmesi konusunda önemli eksiklikler bulunmaktadır.

Literatürde mikroplastiklerin çevresel ve biyolojik etkilerine odaklanan çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen (Eryılmaz & Demirarslan, 2022; Wright vd., 2013), bu karmaşık sorunun eğitim boyutunu, özellikle de iklim değişikliği bağlamında ele alan deneysel çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Mevcut çevre eğitimi çalışmaları genellikle genel atık yönetimi üzerine yoğunlaşmış, mikroplastik-iklim ilişkisini bütüncül bir yaklaşımla inceleyen öğretim tasarımları geri planda kalmıştır. Bu çalışmada hedef kitle olarak özel yetenekli lise öğrencilerinin seçilmesinin temel nedeni, bu öğrencilerin karmaşık sistemleri anlama, soyut problemleri analiz etme ve geleceğe yönelik sürdürülebilir çözümler üretme konusundaki yüksek potansiyelleridir (Sak, 2011; Sumida, 2010). Özel yetenekli öğrenciler, geleceğin bilim insanı ve politika yapıcı adayları olarak (Subotnik vd., 2011) küresel çevre sorunlarının çözümünde kilit rol oynayacaklardır. Dolayısıyla, bu grubun mikroplastik kirliliği ve iklim değişikliği arasındaki görünmeyen bağlantıları fark etmeleri ve çözüm önerileri geliştirmeleri literatürdeki önemli bir boşluğu dolduracaktır. Çamaşır kurutma makinelerinden atmosfere salınan mikroplastiklerin miktarının mikroskobik analizlerle tespit edilerek öğrencilerle paylaşılması onların konuyu somut verilerle öğrenmelerine ve mikroplastiklerin iklim değişikliğiyle olan ilişkisini kavramalarına katkı sağlayacaktır. Söz konusu bağlamda araştırmanın amacı; *mikroskobik analizlerle desteklenen 'İklim Değişikliği Bağlamında Mikroplastik Kirliliği Farkındalık Eğitimi'nin, özel yetenekli lise öğrencilerinin farkındalık düzeyleri üzerindeki etkisini sınamak ve öğrencilerin eğitim süreci sonunda bu çevre sorununa yönelik geliştirdikleri çözüm önerilerini incelemektir.*

Bu araştırmanın genel amacı doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. Mikroskobik analizlerle desteklenen 'İklim Değişikliği Bağlamında Mikroplastik Kirliliği Farkındalık Eğitimi'nin, özel yetenekli lise öğrencilerinin mikroplastik kirliliği farkındalık düzeyleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi var mıdır?

2. Eğitim süreci sonunda, özel yetenekli lise öğrencilerinin mikroplastik kirliliği ve iklim değişikliği sorununa yönelik geliştirdikleri çözüm önerileri nelerdir?
3. Öğrencilerin farkındalık düzeylerindeki değişim, cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
4. Öğrencilerin farkındalık düzeylerindeki değişim, evlerinde çamaşır kurutma makinesi bulunup bulunmama durumuna göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
5. “Özel yetenekli lise öğrencilerinin uygulanan farkındalık eğitimi süreci ve içeriğine ilişkin görüşleri nelerdir?

YÖNTEM

Özel yetenekli lise öğrencilerinin mikroplastik farkındalık düzeylerindeki değişimin incelendiği ve eğitim süreci sonunda geliştirdikleri çözüm önerilerinin değerlendirildiği bu çalışmada, nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanıldığı karma araştırma yöntemi benimsenmiştir. Araştırmada nicel verilerle eğitimin etkisi sınanırken, nitel verilerle bu etkinin öğrencilerin düşünce dünyasına ve çözüm üretme becerilerine yansımaları derinlemesine incelenmiştir. Bu bağlamda, nicel ve nitel verilerin birbirini tamamlayarak araştırma problemine bütüncül bir bakış açısı sağlaması hedeflenmiştir (Creswell & Plano Clark, 2011).

Araştırmanın nicel boyutunda, tek gruplu ön test-son test deneysel model kullanılmıştır (Karasar, 2014). Bu model, bir gruba uygulanan deneysel işlemin (bağımsız değişken) etkisini belirlemek amacıyla, işlem öncesi ve sonrasında aynı ölçüm araçlarıyla veri toplanmasına dayanan bir araştırma desendir (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012). Bu tanım doğrultusunda mevcut çalışmada; “Farkındalık Eğitimi”nin etkisini belirlemek üzere, uygulama öncesinde ve sonrasında Güleşir (2021) tarafından geliştirilen “Mikroplastik Kirliliği Farkındalık Ölçeği (MKFÖ)” kullanılmıştır.

Araştırmanın nitel boyutunda ise, uygulanan eğitim programının öğrenciler üzerindeki yansımalarını, süreçle ilgili görüşlerini ve ürettikleri çözüm önerilerini kendi gerçekliği içinde bütüncül bir şekilde incelemek amacıyla nitel durum çalışması (case study) deseni kullanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Durum çalışması, bir olayın, programın veya grubun derinlemesine analiz edilmesine ve sürecin detaylı betimlenmesine olanak tanımaktadır.

Örneklem

Araştırmanın çalışma grubunu, Balıkesir ili Burhaniye Bilim ve Sanat Merkezi’nde (BİLSEM) 2024-2025 eğitim-öğretim yılında öğrenim gören lise seviyesindeki 40 özel

yetenekli öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmaya dâhil edilen öğrencilerin tamamı, Millî Eğitim Bakanlığı tarafından uygulanan tanılama süreçleri sonucunda “Genel Zihinsel Yetenek” alanında özel yetenekli tanısı alarak kuruma devam etmeye hak kazanmış bireylerdir.

Örneklem seçiminde, araştırmacıya zaman, para ve iş gücü açısından hız ve pratiklik sağlayan kolay ulaşılabilir durum örnekleme (convenience sampling) yöntemi tercih edilmiştir (Büyüköztürk vd., 2018; Fraenkel, Wallen & Hyun, 2012). Çalışma grubu oluşturulurken gönüllülük esası dikkate alınmış; öğrencilerin kurumdaki proje saatleri ve uygunluk durumları gözetilerek veri toplama süreci yürütülmüştür. Bu öğrencilerin, geleceğin potansiyel bilim insanları ve karar vericileri olarak küresel çevre sorunlarına yönelik farkındalık kazanmaları, araştırmanın önemi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Araştırma sürecinde etik kurallara uyulmuş ve gerekli yasal izinler alınmıştır (Ek-1).

Tablo 2. Katılımcı Öğrencilere Ait Bilgileri

Değişken		Frekans	Yüzde	Toplam
Cinsiyet	Kız	18	%45.00	40
	Erkek	22	%55.00	
Çamaşır Kurutma Makinesi Var mı?	Var	15	%37.50	40
	Yok	25	%62.50	

Tablo 2’de yer alan katılımcı bilgileri incelendiğinde, araştırmaya toplam 40 özel yetenekli öğrencinin katıldığı görülmektedir. Cinsiyet dağılımına bakıldığında katılımcıların 18’i (%45.00) kız, 22’si (%55.00) erkektir. Araştırmanın önemli değişkenlerinden biri olan 'evde çamaşır kurutma makinesi bulunma durumu' incelendiğinde ise; öğrencilerin 15’inin (%37.5) evinde kurutma makinesi bulunduğu, 25’inin (%62.5) ise bulunmadığı tespit edilmiştir.

Cinsiyet değişkeni çevre eğitimi literatüründe farkındalık düzeylerinin demografik özelliklere göre değişip değişmediğini (Zelezny et al., 2000) test etmek amacıyla analize dahil edilmiştir. Çalışmanın temelini oluşturan “kurutma makinelerinden salınan mikropplastikler” konusu göz önüne alındığında ise; evinde bu cihaza sahip olan öğrencilerin konuya aşinalıklarının veya kişisel deneyimlerinin farkındalık düzeylerinde bir farklılık yaratıp yaratmadığını incelemek amacıyla “kurutma makinesi sahipliği” değişkeni araştırma kapsamına alınmıştır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmanın nicel boyutunda veri toplama aracı olarak Güleşir (2021) tarafından geliştirilen “Mikroplastik Kirliliği Farkındalığı Ölçeği (MKFÖ)” kullanılmıştır. Ölçek; 5'i olumsuz, 9'u olumlu olmak üzere toplam 14 maddeden oluşmaktadır. Maddeler “Hayır (0 puan)”, “Fikrim Yok (1 puan)” ve “Evet (2 puan)” şeklinde puanlanmaktadır. Dolayısıyla ölçekten alınabilecek en düşük puan 0, en yüksek puan ise 28'dir. Yüksek puanlar, öğrencinin mikroplastik kirliliği konusundaki farkındalık düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir. Ölçeğin orijinal çalışmasındaki Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı .81 iken, bu çalışma kapsamında hesaplanan Cronbach Alfa değeri .80 olarak bulunmuş ve ölçeğin güvenilir olduğu görülmüştür. Ölçeğin; “Önemeye Yönelik Farkındalık”, “Canlılar Üzerindeki Etkiler” ve “İnsan Sağlığına Etkiler” olmak üzere üç alt boyutu bulunmaktadır.

Çalışmanın nitel bölümünde ise eğitim süreci sonunda, özel yetenekli lise öğrencilerinin mikroplastik kirliliği ve iklim değişikliği sorununa yönelik geliştirdikleri çözüm önerileri neler olduğunu ve Özel yetenekli lise öğrencilerinin uygulanan farkındalık eğitimi süreci ve içeriğine ilişkin görüşleri yönelik Şekil 2'deki açık uçlu iki soru sorulmuştur.

1. Mikroplastik Kirliliği ve İklim Değişimine yönelik bir eğitim aldınız. Sizce bu çevresel problemin çözümü için ne gibi önlemler alınabilir? Açıklayınız.
2. Proje süreciyle ilgili olumlu ve olumsuz düşüncelerinizi, projenin hangi açılardan size katkı sunduğunu açıklayınız?

Şekil 2. Açık Uçlu Sorular

Nitel boyuttaki birinci soru ('Çözüm önerileriniz nelerdir?'), öğrencilerin kazandıkları teorik farkındalığı uygulamaya dönüştürüp dönüştüremediklerini ve '**Çevresel Eylem Yeterliliği**' (**Environmental Action Competence**) düzeylerini belirlemek amacıyla sorulmuştur. Çevre eğitiminde nihai hedef sadece bilgi sahibi olmak (pasif farkındalık) değil; soruna yönelik eleştirel düşünebilmek ve çözüm üretebilmektir (**Jensen & Schnack, 1997**). Özellikle özel yetenekli öğrencilerin üst düzey düşünme ve problem çözme potansiyelleri göz önüne alındığında, sadece farkındalık artışını ölçmek yetersiz kalacağından, bu farkındalığın somut çözüm önerilerine (sentez düzeyine) yansımaları da incelenmiştir. Araştırmanın nitel boyutunda yer alan ikinci soru gerçekleştirilen deneysel uygulamanın **sosyal geçerliliğini (social validity)** belirlemek amacıyla sorulmuştur. Sosyal geçerlilik, uygulanan müdahale programının katılımcılar tarafından ne derece kabul edilebilir, faydalı ve memnuniyet verici

bulunduğunun değerlendirilmesidir (Wolf, 1978). Özellikle özel yetenekli öğrencilerin üstbilişsel farkındalıklarının yüksek olması sebebiyle, eğitim içeriğine ve yöntemine (mikroskobik gözlem, tartışma vb.) dair geri bildirimleri, programın etkililiğini açıklayan tamamlayıcı bir veri kaynağı niteliğindedir.

Verilerin Analizi

Nicel verilerin analizi sürecinde SPSS 26 paket programı kullanılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Skewness (Çarpıklık) ve Kurtosis (Basıklık) değerleri ile incelenmiştir. Yapılan analizde Skewness ve Kurtosis değerlerinin +1.5 ile -1.5 aralığında olduğu görülmüş [Skewness: .98; Kurtosis: -.75] ve verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir (Tabachnick & Fidell, 2013). Bu nedenle gruplar arası karşılaştırmalarda parametrik testlerden Bağımsız Örneklem t-Testi kullanılmıştır.

Öğrencilerin görüşlerini almak için odak grup görüşmesine dayalı yazılı veri toplama tekniği tercih edilmiştir. Veri toplama sürecinde katılımcılar, rastgele yöntemle 4'er kişilik 10 çalışma grubuna ayrılmıştır. Öğrencilerin gruplara ayrılmasındaki temel amaç; bireysel yanıtlar yerine, beyin fırtınası ve akran etkileşimi yoluyla sentezlenmiş, daha derinlikli ve zengin çözüm önerilerine ulaşmaktır. Her bir gruba, açık uçlu soruları kendi içlerinde tartışmaları ve ortak bir grup görüşü oluşturmaları için 40 dakika süre verilmiştir. Tartışma sonunda grupların ulaştığı ortak kararlar ve çözüm önerileri, grup sözcüleri tarafından dijital etkileşim panosu (Padlet) üzerine yazılı olarak kaydedilmiştir. Böylece veriler kaybolmadan ve araştırmacı müdahalesi olmadan doğrudan öğrencilerin kendi ifadeleriyle dijital ortamda arşivlenmiştir. Elde edilen veriler nitel araştırmalara uygun olarak içerik analizine tabi tutulmuş, tüm grup görüşleri tek tek okunarak öncelikle her bir soru için kategoriler belirlenmiştir. Ardından bu düzeyde verilen farklı cevaplara göre kodlar tespit edilmiştir. Örneğin “Öncelikle plastik kullanımını minimuma indirmemiz gerekiyor.” şeklindeki bir cevap “bireysel çözüm” kategorisinde “önlemlerin kapsamı” koduyla ele alınmıştır. İlgili kategori ve kodlar takım öğrencilerinin uzmanlarla görüşmeleri sonrasında netleştirilmiş, tablolar aracılığı ile aktarılmıştır. Ayrıntılı betimleme kısmında ise grupların verdikleri cevaplar doğrudan alıntılar şeklinde örneklendirilmiştir.

Uygulama Süreci

Araştırmanın uygulama süreci, Balıkesir Burhaniye Bilim ve Sanat Merkezi'nde eğitim gören ve kurumdaki proje ders saatleri kapsamında haftanın belirli bir günleri kuruma gelen 40

özel yetenekli öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Eğitim programı, öğrencilerin dikkat süreleri, akademik yoğunlukları ve konunun derinlemesine işlenebilmesi amacıyla toplam 1,5 güne yayılan (toplam 6 ders saati / 40’ar dakika) bir takvim çerçevesinde yürütülmüştür. Süreç; “Ön Hazırlık ve Temel Kavramlar”, “Derinleşme ve Deneysel Gözlem” ve “Çözüm Üretme ve Değerlendirme” olmak üzere üç ana oturumda tamamlanmıştır. Uygulama adımları Tablo 3’te detaylandırılmıştır.

Tablo 3. Farkındalık Eğitiminin İçeriği

Oturum	Konu Başlığı	Alt Başlıklar	Süre / Materyal
Ön hazırlık ve Temel Kavramlar	1. Mikroplastiklerin Tanımı ve Kaynakları	- Mikroplastik nedir? - Birincil ve ikincil mikroplastikler - Mikroplastiklerin başlıca kaynakları (tekstil, kozmetik, plastik atıkların parçalanması vb.)	15 dk (Soru Cevap – Buluş Yöntemi) Canva
	2. Mikroplastiklerin Çevresel Etkileri	- Okyanus ve tatlı su ekosistemlerinde mikroplastik birikimi - Mikroplastiklerin toprak kalitesine etkisi - Mikroplastiklerin besin zincirine girişi	25 dk (YouTube Video) Canva
	3. Mikroplastiklerin İnsan Sağlığı Üzerindeki Olası Etkileri	- Solunum ve sindirim yoluyla vücuda alınması - Toksik kimyasalların vücutta birikmesi - Mikroplastiklerin uzun vadeli sağlık riskleri	15 dk (Etkileşimli Tartışma) Canva
Derinleşme Deneysel Gözlem	4. Mikroplastik Kirliliğinin İklim Değişikliğiyle Bağlantısı	- Plastik üretiminin ve atıklarının karbon ayak izi - Mikroplastiklerin atmosferde taşınması ve iklim süreçlerine etkisi - Plastiklerin bozunmasıyla açığa çıkan metan ve sera gazları	25 dk (Soru Cevap + Beyin Fırtınası) Canva
	5. Çamaşır Kurutma Makineleri ve Mikroplastik Salınımı	- Sentetik kumaşlardan kopan mikroplastik lifler - Evsel mikroplastik emisyonlarının doğaya yayılması - Çamaşır kurutma makinelerinin mikroplastik yayılımındaki rolü - Mikroskobik incelemeler	30 dk (Mikroskopik İncelemeler)
	6. Mikroplastik Kirliliğini Azaltma Yöntemleri	- Bireysel ve toplumsal önlemler - Mikroplastik salınımını azaltan alternatif ürünler ve teknolojiler - Politika ve düzenlemeler (plastik üretimi ve atık yönetimi konusunda küresel girişimler)	Mentimeter Canva (40 dk)
Çözüm Üretme	7. Mikroplastik kirliliği ve iklim değişikliği sorununa yönelik geliştirdikleri çözüm	4’er kişilik gruplar halinde öğrencilerin çözüm önerilerini ortaya koyması ve bu önerileri sunması - Süreç Değerlendirmeleri	Padlet Canva (80 dk)

1. Oturum: Ön Test ve Teorik Çerçeve (1. Gün – Sabah / 2 x 40 dk): Uygulamanın ilk aşamasında, katılımcıların mikroplastik kirliliği konusundaki mevcut bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla Mikroplastik Kirliliği Farkındalık Ölçeği (MKFÖ) ön test olarak uygulanmıştır. Ön testin ardından Tablo 3'te belirtilen 1. ve 2. modüller işlenmiştir. Bu kapsamda; Web 2.0 araçları (Canva sunumları) ve video destekli anlatımlarla mikroplastiklerin tanımı, kaynakları ve çevresel etkileri (okyanus birikimi, besin zinciri) ele alınmıştır. Ayrıca 3. modül kapsamında mikroplastiklerin insan sağlığı üzerindeki olası etkileri tartışılarak öğrencilerin konuya bilişsel ve duyuşsal olarak hazırlanmaları sağlanmıştır.

2. Oturum: İklim İlişkisi ve Mikroskobik Analiz (1. Gün – Öğleden Sonra / 2 x 40 dk) Öğleden sonraki oturumda, çalışmanın özgün yönünü oluşturan iklim değişikliği bağlantısı ve laboratuvar uygulamalarına geçilmiştir. 4. modülde, beyin fırtınası tekniği kullanılarak plastik üretiminin karbon ayak izi ve mikroplastiklerin atmosferik taşınımı ile iklim değişikliği arasındaki ilişki irdelenmiştir. Ardından 5. modülde (Deneysel Aşama), araştırmacılar tarafından çamaşır kurutma makinelerinden toplanan örnekler laboratuvar ortamına getirilmiştir. Öğrenciler, ışık mikroskobu altında sentetik kumaşlardan kopan mikroplastik lifleri bizzat gözlemlemişlerdir. Bu aşama, teorik bilginin somutlaştırılmasını sağlamış ve öğrencilerin problemin görünmeyen boyutunu (mikroskobik kirlilik) fark etmelerinde kritik rol oynamıştır.

3. Oturum: Çözüm Üretme ve Değerlendirme (2. Gün / 2 x 40 dk) Eğitimin son aşaması, öğrencilerin edindikleri bilgileri sentezleyerek çözüm önerileri geliştirmelerine ayrılmıştır. Öğrenciler 5'erli gruplara ayrılarak 6. modül kapsamında "Mikroplastik kirliliği ve iklim değişikliği krizine yönelik bireysel, toplumsal ve küresel ölçekte neler yapılabilir?" sorusu etrafında tartışmışlardır. Gruplar, geliştirdikleri çözüm önerilerini ve projeleri dijital panolar (Padlet/Mentimeter) üzerinden sunmuşlardır. Sürecin sonunda, eğitimin etkililiğini ölçmek amacıyla MKFÖ son test olarak tekrar uygulanmış ve öğrencilerin eğitim sürecine ilişkin görüşleri açık uçlu sorularla alınarak uygulama tamamlanmıştır.

Eğitim sürecinin tasarımı, özel yetenekli öğrencilerin görsel hafızalarının güçlü olması ve karmaşık verileri görselleştirerek daha hızlı kavramaları göz önünde bulundurulmuştur. Bu amaçla, eğitim içeriklerinin hazırlanması ve sunumunda Web 2.0 araçlarından *Canva* etkin bir şekilde kullanılmıştır. Özellikle mikroplastiklerin oluşum

süreçleri, atmosferdeki taşınımı ve karbon döngüsü gibi soyut ve karmaşık konular, Canva aracılığıyla hazırlanan infografikler, hareketli görseller ve etkileşimli sunumlar üzerinden somutlaştırılarak aktarılmıştır. Bu sayede öğrencilerin dikkatinin canlı tutulması ve bilimsel verilerin (istatistikler, döngüler vb.) daha anlaşılır bir formatta sunulması hedeflenmiştir. Ayrıca süreç sonunda öğrencilerin çözüm önerilerini sunmaları aşamasında da dijital panolar (Padlet) kullanılarak teknolojinin eğitim sürecine entegrasyonu sağlanmıştır.”

Mikroskobik gözlemlerle sürecin desteklenmesinin de çalışmayı öğrenciler için daha etkili hale getireceği düşünülmüştür. Çamaşır kurutma makinelerinden salınan mikroplastiklerin tespiti için öncelikle lamaların üzerine vazelin sürülmüştür. Vazelin sürme havadaki polenlerin toplanması için kullanılan yöntemlerden biridir. Bu sayede mikroplastikler lam üzerine yapışacak ve incelenebilir duruma geleceklerdir. Çamaşır kurutma makinesi pamuklu ve polyester kumaşların yıkanması için çalışırken ve çalışmazken 40 dakika boyunca havadaki mikroplastikleri toplamak üzere ortamda tutulmuştur. Daha sonra ışık mikroskobu altında x40 ve x100 büyütme ile incelenmiş elde edilen verilen tablolara (Tablo 4) işlenerek ve resimler fotoğraflanarak (Örnek Fotolar Görsel 1-2-3’te gösterilmiştir) güvenilirlik artırılmıştır. Çekilen resimlerin tamamı çalışma eklerinde yer almaktadır (Ek 4). Mikroplastik toplamak için kullanılan lamalar farkındalık eğitimi sırasında ışık mikroskobu ile öğrencilerin de gözlemlemesi için eğitim ortamında bulundurulmuştur.

Tablo 4. Mikroskobik incelemeler sonucu gözlemlenen mikroplastik sayıları

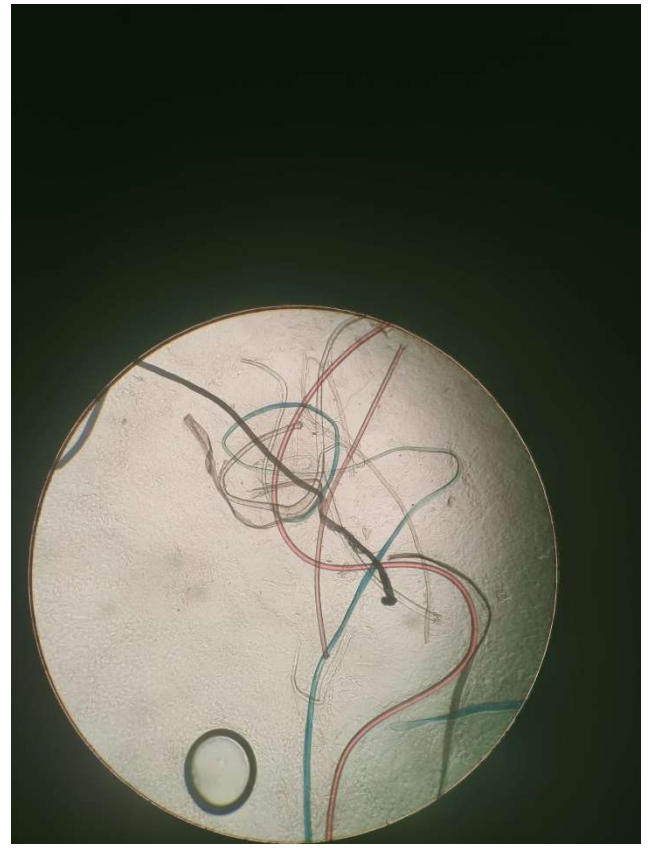
	Süre	Kurutma makinesi çalışırken partikül sayısı		Kurutma makinesi çalışmazken partikül sayısı
		Pamuk	Polyester	
1.gözlem	40 dakika	16	24	8
2.gözlem	40 dakika	18	28	10
3.gözlem	40 dakika	10	19	10
4.gözlem	40 dakika	12	21	9
5.gözlem	40 dakika	15	23	11



Görsel 1. Gözlemlenen Mikroplastik Örnekleri (Pamuklu Çamaşırlar)



Görsel 2. Gözlemlenen Mikroplastik Örnekleri (Çamaşır Makinesi Çalışmıyorken)



Görsel 3. Gözlemlenen Mikroplastik Örnekleri (Polyester/ Elastan Çamaşırlar)

BULGULAR

Bu bölümde bulgular nicel ve nitel olarak ayrı ayrı ele alınacaktır.

Nicel Bulgular

Bu bölümde öncelikle, uygulanan eğitim programının etkisini detaylı görebilmek adına öğrencilerin MKFÖ ölçeğine madde bazında verdikleri yanıtlar incelenmiş ve farkındalık artışının yoğunlaştığı noktalar vurgulanmıştır. Ardından, eğitimin etkililiğinin farklı gruplar üzerinde tutarlı olup olmadığını belirlemek ve çalışmanın deneysel bağlamıyla ilişkisini irdlemek amacıyla veriler; “cinsiyet” ve “evde çamaşır kurutma makinesi bulunma durumu” değişkenlerine göre karşılaştırılmıştır.

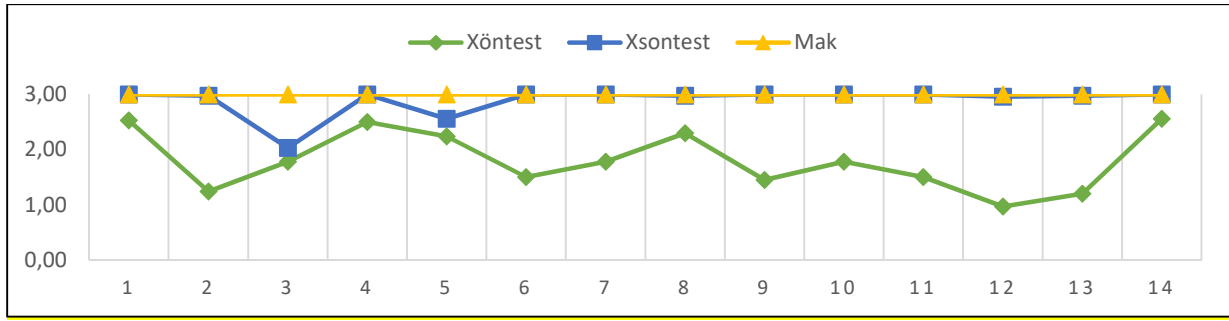
Tablo 6. MKFÖ Madde madde öntest sontest ortalamalarının karşılaştırılması

Alt Boyut	Maddeler	X _{öntest}	X _{sontest} *	p
Mikroplastik Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik Farkındalık	Mikroplastik kirliliği ile mücadele için plastik ambalajlar geri dönüşüm kutularına atılmalıdır	2.53	3.00	.067
	Yiyecek ve içeceklerin dayanıklılığını arttırmak ve raf ömrünü uzatmak için kullanılan ambalajlarda (kompozit) mikroplastik bulunmaz.	1.24	2.98	.032
	Mikroplastik kirliliği, çevre bilincinin kazanılması ile önlenebilir.	1.78	2.03	.162
	Mikroplastiklerin olumsuz etkilerinin azaltılması için plastiğin yerine kullanılabilecek alternatif malzemeler tercih edilmelidir.	2.50	3.00	.098
	Plastik ayak izinin azaltılmasına yönelik bilinçlendirme yapılmalıdır	2.24	2.56	.453
Mikroplastik Kirliliğinin Canlılar Üzerindeki	Mikroplastikler canlıların yaşamı için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır.	1.50	3.00	.036
	Mikroplastik kirliliği henüz ciddi tehlikeler oluşturmamaktadır.	1.78	3.00	.041
	Mikroplastikler, sucul ekosistemler için önemli bir kirleticidir.	2.30	2.98	.059
	Midye, karides gibi birçok deniz canlısı mikroplastikleri bünyelerinde biriktirebilir.	1.45	3.00	.032
	Mikroplastikler canlı dokulara zarar verdiği için gelecekte çeşitli mutasyonlara yol açabilir.	1.78	3.00	.041
Mikroplastik Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkilerine Yönelik	Mikroplastiklerin insan sağlığı üzerindeki etkisi henüz bilinmediği için korkulması gereken bir durum yoktur.	1.50	3.00	.036
	Mikroplastiklerin insanların gelişimi üzerinde etkisi yoktur.	1.03	2.96	.022
	Besin zinciri ile insanlara kadar ulaşması mümkün olmayan mikroplastiklerin, canlılar üzerindeki etkileri önemsizdir.	1.20	2.98	.030
	Gözle görülemeyecek boyuttaki mikroplastikler, yiyecek ve içeceklerde bulunabildiği için kanser gibi hastalıklara neden olur.	2.56	3.00	.072
TOPLAM		25.33	40.49	.045

*Her bir maddeden alınabilecek en yüksek puan 3'tür. Ters Maddeler düzeltilerek puanlanmıştır ve yüksek puan yüksek farkındalığı temsil etmektedir.

Mikroplastik Kirliliği Farkındalık Ölçeği (MKFÖ) maddelerinin ön test ve son test ortalamalarının karşılaştırıldığı Tablo 6 incelendiğinde, katılımcıların farkındalık puanlarında eğitim sonrasında istatistiksel olarak anlamlı değişimler olduğu görülmektedir. Genel toplamda, eğitim öncesi ortalama puan $X=25.33$ iken, son testte bu değer $X=40.49$ 'a yükselmiş ve bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p=.045 < .05$).

Maddeler bazında incelendiğinde; özellikle 'Mikroplastik Kirliliğinin Canlılar Üzerindeki Etkileri' ve 'İnsan Sağlığına Etkileri' alt boyutlarındaki maddelerde son test lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Örneğin; 'Mikroplastikler canlıların yaşamı için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır' maddesinde ön test ortalaması ($X=1.50$) ile son test ortalaması ($X=3.00$) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=.036$). Benzer şekilde, 'Mikroplastiklerin insan sağlığı üzerindeki etkisi henüz bilinmediği için korkulması gereken bir durum yoktur' maddesinde de son test lehine anlamlı bir artış gözlemlenmiştir ($p=.036$). Elde edilen bu bulgular, uygulanan eğitim programının öğrencilerin mikroplastik kirliliğine yönelik farkındalık düzeylerini artırmada istatistiksel açıdan etkili olduğunu ortaya koymaktadır.



Grafik 1. Ön Test ve Öğrenci Son Test Ortalamalarını Karşılaştıran Yığılmış Çizgi Grafiği

Grafik 1'deki yığılmış çizgi grafiği, ön test ve son test sonuçlarını karşılaştırmak için kullanılmıştır. Grafikteki yatay eksen (X eksen) 14 farklı maddeyi temsil ederken, dikey eksen (Y eksen) ortalama puanları göstermektedir. Grafikte genel olarak son test ($X_{sontest}$) çizgisinin ön test ($X_{öntest}$) çizgisinin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durum, eğitim sürecinin katılımcıların farkındalık düzeylerini artırdığını göstermektedir. Özellikle bazı maddelerde (örneğin, 2, 4 ve 12. maddelerde) son test puanlarındaki artış daha belirgindir.

Tablo 7. MKFÖ alt boyutlar bazında öntest sontest puanlarının karşılaştırılması

		N	X	s	p
MKFÖ (14 Madde)	Öntest	40	25.33	4.28832	.0450*
	Sontest	40	40.49	11.08538	
Mikroplastik Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik Farkındalık (5 madde)	Öntest	40	10.29	1.66261	.1620
	Sontest	40	13.57	1.66261	
Mikroplastik Kirliliğinin Canlılar Üzerindeki Etkilerine Yönelik Farkındalık (4 madde)	Öntest	40	8.81	1.21466	.0418
	Sontest	40	14.98	1.21466	
Mikroplastik Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkilerine Yönelik Farkındalık (5 Madde)	Öntest	40	6.23	1.95890	.0400
	Sontest	40	11.94	1.94506	

Eğitimin genel farkındalık üzerindeki etkisinin yanı sıra, bu etkinin hangi temalarda (önleme, canlı yaşamı, insan sağlığı) yoğunlaştığını belirlemek amacıyla ölçeğin alt boyutlarına ilişkin analizler yapılmıştır. MKFÖ'nün alt boyutları bazında ön test ve son test puanlarındaki değişimin incelendiği Tablo 7'ye göre genel ölçek puanı, ön testte $z=25.33$ iken son testte $z=40.49$ 'a yükselmiş ve bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0.045$). Alt boyutlar incelendiğinde, "Mikroplastik Kirliliğinin Canlılar Üzerindeki Etkilerine Yönelik Farkındalık" alt boyutunda ön test toplam puan ortalaması $z=8.81$ 'den $z=14.98$ 'e yükselmiş ve anlamlı bir fark gözlemlenmiştir ($p=.0418$). Benzer şekilde, "Mikroplastik Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkilerine Yönelik Farkındalık" alt boyutunda da farkındalık artışı belirgin olup ön test puanı $z=6.23$ 'ten $z=11.94$ 'e çıkmış ve bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=.04$).

Ancak, “Mikroplastik Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik Farkındalık” alt boyutunda ise ön test puanı $z=10.29$ ’dan $z=13.57$ ’ye yükselse de bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=.1620$). Bu sonuçlar, mikroplastik kirliliğinin canlılar ve insan sağlığı üzerindeki etkilerine dair farkındalığın farkındalık eğitimi sonrasında anlamlı şekilde arttığını, ancak kirliliğin önlenmesine yönelik farkındalığın istatistiksel olarak anlamlı bir düzeye ulaşmadığını göstermektedir.

Tablo 8. MKFÖ Ölçeği alt boyutlarının öntest sontest ve cinsiyete göre dağılımı

Alt Faktörler		Test	N	Z _{öntest}	Z _{sontest}	S _{öntest}	S _{sontest}	P _{sontest}
Mikroplastik Önlenmesine Farkındalık	Kirliliğinin Yönelik	Kız	18	10.54	13.68	1.4950	1.8550	.382
		Erkek	19	10.04	13.46	1.8550	1.4950	
Mikroplastik Canlılar Üzerindeki Yönelik Farkındalık	Kirliliğinin Etkilerine	Kız	18	9.02	15.46	1.1375	1.2897	.221
		Erkek	19	8.60	14.50	1.2897	1.1375	
Mikroplastik Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkilerine Yönelik Farkındalık	İnsan	Kız	18	6.04	12.04	1.8550	1.8550	.141
		Erkek	19	6.42	11.84	2.1112	2.1112	
MKFÖ		Kız	18	25.60	41.18	3.8539	11.0992	.225
		Erkek	19	25.06	39.80	4.7924	11.3369	

MKFÖ ölçeğinin alt boyutlarının ön test ve son test puanlarının cinsiyete göre dağılımını gösteren Tablo 8’e göre kız öğrencilerin ön test ortalaması 25.60 iken son testte 41.18’e, erkek öğrencilerin ise 25.06’dan 39.80’e yükseldiği görülmektedir; ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=.225$). Alt boyutlar açısından değerlendirildiğinde, tüm boyutlarda farkındalık düzeyi artış göstermiş ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Genel olarak hem kız hem de erkek öğrencilerin mikroplastik kirliliğine yönelik farkındalıklarının arttığı ancak cinsiyete bağlı anlamlı bir farklılık olmadığı söylenebilir.

Tablo 9. MKFÖ son test puanlarının evde çamaşır kurutma makinesi bulunma durumuna göre karşılaştırılması

Durum	N	X	Ss	sd	t	p
Var	16	43.12	3.45	38	2.18	.034*
Yok	24	38.75	4.12			

Öğrencilerin farkındalık eğitimi sonrası son test puanlarının, evlerinde çamaşır kurutma makinesi bulunup bulunmama durumuna göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği Tablo 9’da incelenmiştir. Yapılan bağımsız örneklem t-testi sonucunda, evinde çamaşır kurutma makinesi olan öğrencilerin son test ortalaması ($X=43.12$) ile olmayanların ortalaması ($X=38.75$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($t(38)=2.18, p=.034 < .05$). Bu bulgu, evinde çamaşır kurutma makinesi bulunan öğrencilerin, eğitim sırasında yapılan mikroskobik incelemelerle kendi yaşam alanlarındaki bir cihazı ilişkilendirebildiklerini ve bu durumun farkındalık düzeylerinde daha yüksek bir artış sağladığını göstermektedir. Öğrencilerin sorunun kaynağıyla (kurutma makinesi) kişisel yaşantılarında temas halinde olmalarının, eğitimin etkisini artırıcı bir faktör olduğu söylenebilir.

Nitel Bulgular

Araştırmanın nitel bulgularına bu bölümde yer verilmiştir. Öğrencilere “1. Mikroplastik Kirliliği ve İklim Değişimine yönelik bir eğitim aldınız. Sizce bu çevresel problemin çözümü için ne gibi önlemler alınabilir? Açıklayınız.” ve “2. Çalışma süreciyle ilgili olumlu ve olumsuz düşüncelerinizi, farkındalık eğitiminin hangi açılardan size katkı sunduğunu açıklayınız?” şeklinde sorulan 2 açık uçlu soruya verilen cevapların bulguları bu bölümde ele alınacaktır.

Analizler ve ortak yanıt kodlamaları yapılırken her bir grup “G1, G2...” şeklinde numaralandırılmış, güvenilirliğin sağlanması için grupların verdikleri yanıtların bir kısmına doğrudan alıntılar şeklinde de yer verilmiştir.

Tablo 9. “1. Mikroplastik Kirliliği ve İklim Değişimine yönelik bir eğitim aldınız. Sizce bu çevresel problemin çözümü için ne gibi önlemler alınabilir? Açıklayınız.” Sorusuna Verilen Cevaplar İçin Yapılan İçerik Analizinde Ortaya Çıkan Kod ve Kategoriler

Kod / Kategori	Bireysel Çözümler	Toplumsal Çözümler	Küresel Çözümler
Çözüm Önerilerinin Uygulanabilirliği	Öğrencilerin günlük yaşamlarında alabilecekleri somut önlemleri (cam şişe kullanımı, plastik torba yerine bez çanta kullanımı) içeren yanıtlar.	Belediyelerin ve şirketlerin atık yönetim sistemlerini iyileştirmesi, mikroplastiklerin çevreye yayılmasını önleyen teknolojik çözümler geliştirmesi gibi öneriler sunan yanıtlar.	Ülkeler arası iş birliğiyle tek kullanımlık plastiklerin yasaklanması, alternatif biyobozunur malzemelere yatırım yapılması gibi uzun vadeli stratejiler içeren yanıtlar.
Bilimsel Dayanak	Mikroplastiklerin insan sağlığına ve çevreye etkileri konusunda farkındalık kazanma ve bilinçli tüketici olma vurgusu yapan yanıtlar.	Mikroplastiklerin su kaynaklarına, tarıma ve hava kirliliğine etkisini açıklayan toplumsal düzeyde bilinçlendirme çalışmaları içeren yanıtlar.	Plastik üretimi, karbon emisyonları ve küresel ekosistem üzerindeki etkilerini bilimsel raporlarla destekleyen uluslararası girişimleri içeren yanıtlar.

Teknolojik Çözümler	Çevre dostu ürünlerin tercih edilmesi ve bireylerin sürdürülebilir markaları desteklemesi teşvik edilmesi gerektiğini ifade eden yanıtlar.	Geri dönüşüm teknolojilerinin geliştirilmesi, yerel işletmelerin sürdürülebilir ürünlere yönlendirilmesi ve yeşil ekonomiye geçiş projeleri uygulanmasına dönük yanıtlar.	Küresel çapta biyoplastik üretimi, döngüsel ekonomi sistemleri ve sürdürülebilir enerji yatırımları teşvik edilmesine yönelik yanıtlar.
Politika ve Hukuk Boyutu	Bireysel tüketicilerin çevre dostu seçimler yapması ve bilinçlenmesi için yasal teşvikler sunulabileceğine dair yanıtlar.	Ülke içinde plastik üretimine yönelik düzenlemeler, eğitim programları ve geri dönüşüm politikaları belirlenmesine yönelik yanıtlar.	Küresel karbon ayak izini azaltan yasal düzenlemeler, plastik üretimini sınırlandıran uluslararası sözleşmeler uygulanmasına yönelik yanıtlar.
Genel Değerlendirme	Mikroplastik kirliliğinin azaltılması için bireylerin bilinçli tüketim alışkanlıkları edinmesi gerekir.	Toplumun her kesiminin eğitilmesi ve yerel yönetimlerin etkin politikalar geliştirmesi şarttır.	Plastik kirliliği ve iklim değişimi küresel sorunlardır; bu nedenle uluslararası iş birliği ve katı politikalar gereklidir.

Çalışmanın nitel boyutunda öğrencilerin “Mikroplastik Kirliliği ve İklim Değişimine yönelik bir eğitim aldınız. Sizce bu çevresel problemin çözümü için ne gibi önlemler alınabilir? Açıklayınız.” sorusuna verdikleri cevapların içerik analizinin referans kod ve kategorileri Tablo 9’da gösterilmektedir. Cevaplar, bireysel, toplumsal ve küresel çözümler olarak kategorize edilmiş ve her bir kategori farklı kodlar altında toplanmıştır. Öğrencilerin çözüm önerileri, çözüm önerilerinin uygulanabilirliği, bilimsel dayanak, ekonomik ve teknolojik çözümler, politika ve hukuk boyutu ve genel değerlendirme başlıkları altında incelenmiştir. Tablo genel olarak öğrencilerin hem bireysel hem toplumsal hem de küresel düzeyde çözüm önerileri sunabildiğini göstermekle birlikte, her bir çözüm önerisine hangi sayıda değinildiğinin yer aldığı Tablo 10’da görüldüğü gibi çözüm önerilerinin daha çok uygulanabilirlik ve ekonomik-teknolojik çözümler üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Bilimsel dayanak ve politika/hukuk boyutu ise daha az vurgulanmıştır. Her bir çözüm önerisine grupların hangi sayıda değindiğine Tablo 10’da değinilmiştir.

Tablo 10. Birinci Açık Uçluya Verilen Sorulara Yönelik Yapılan İçerik Analizi Sonucunda Ortaya Çıkan Kod ve Kategorilere Verilen Cevap Sayıları

KODLAR / KATEGORİ	Bireysel Çözümler		Toplumsal Çözümler		Küresel Çözümler		Toplam
	N	%	N	%	N	%	
Çözüm Önerilerinin Uygulanabilirliği	10	%100	4	%40	2	%20	16
Bilimsel Dayanak	3	%30	2	%20	1	%10	6
Teknolojik Çözümler	5	%50	8	%80	3	%30	16
Politika ve Hukuk Boyutu	2	%20	3	%30	2	%20	7
Genel Değerlendirme	6	%60	3	%30	1	%10	10
Toplam	26		20		9		55

Tablo 10 öğrencilerin mikroplastik kirliliği ve iklim değişikliği konulu bir eğitime katıldıktan sonra bu çevresel sorunlara yönelik geliştirdikleri çözüm önerilerinin analizini göstermektedir. Toplam 40 öğrenci cevabının analiz edildiği tabloda, en fazla cevap bireysel çözümler kategorisinde (N=26 cevap) verilmiştir. Toplumsal çözümler N=20 cevapla ikinci sırada yer alırken, en az cevap küresel çözümler kategorisinde (N=9 cevap) verilmiştir. Öğrencilerin çözüm önerileri; çözüm önerilerinin uygulanabilirliği, bilimsel dayanak, ekonomik ve teknolojik çözümler, politika ve hukuk boyutu ve genel değerlendirme kategorileri altında incelenmiştir. Tüm gruplar çözüm önerilerinin uygulanabilirliği kategorisinde bireysel çözümlerde (%100) bulunurken (geri dönüşüm, plastik kullanımını azaltma vb.) bilimsel dayanak kategorisinde en yüksek oran bireysel çözümlerde (%30) ve toplumsal çözümlerde (%20) görülmektedir. Teknolojik çözümler kategorisinde hem bireysel hem de toplumsal çözümlerde %80 oranında yoğunlaşma görülürken, politika ve hukuk boyutu kategorisinde toplumsal çözümler %30 ile en yüksek orana sahiptir. Genel değerlendirme kategorisinde ise en yüksek oran bireysel çözümlerde (%60) görülmektedir. Öğrencilerin çözüm önerilerinde daha çok bireysel ve toplumsal çözümlere odaklandıkları, küresel çözümlerin daha az ele alındığı görülmektedir. Ekonomik ve teknolojik boyut önemli bir yer tutarken, bilimsel dayanak ve politika/hukuk boyutu daha az vurgulanmıştır. Her grubun açık uçlu sorulara yanıt vermek üzere teslim ettiği raporun tam hali araştırma eklerinde yer almaktadır. Her bir alt boyuta uygun verilmiş örnek cevaplar öğrenci cümleleri aşağıda doğrudan verilmiştir.

G3: “Mikroplastik kirliliğini azaltmak için öncelikle kendi tüketim alışkanlıklarımızı değiştirebiliriz. Plastik poşetler yerine bez çantalar kullanabilir, plastik şişeler yerine cam veya metal suluklar tercih edebiliriz. Tek kullanımlık plastik ürünlerden kaçınarak, daha sürdürülebilir alternatiflere yönelebiliriz. Ayrıca, mikroplastik içeren kozmetik ürünleri kullanmamaya özen gösterebiliriz.” [Bireysel Çözümler / Kod: Çözüm Önerilerinin Uygulanabilirliği]

G2: “Mikroplastik kirliliğiyle mücadelede sadece bireysel çabalar yeterli değil. Toplum olarak da bilinçlenmeli ve harekete geçmeliyiz. Bu konuda sivil toplum kuruluşları ve belediyeler önemli rol oynayabilir. Belediyeler, atık yönetimi sistemlerini geliştirerek, plastiklerin geri dönüştürülmesini kolaylaştırabilirler. Ayrıca, okullarda ve diğer eğitim kurumlarında mikroplastik kirliliği konusunda bilinçlendirme çalışmaları yapılabilir.” [Toplumsal Çözümler / Kod: Çözüm Önerilerinin Uygulanabilirliği]

- G1:** “Mikroplastik kirliliği küresel bir sorun olduğu için uluslararası iş birliği büyük önem taşıyor. Ülkeler, tek kullanımlık plastiklerin yasaklanması gibi ortak politikalar geliştirebilirler. Ayrıca, plastik üretimini azaltmak için alternatif malzemelere yatırım yapılmalı. Bu konuda bilimsel araştırmalar desteklenmeli ve yeni teknolojiler geliştirilmelidir.” **[Küresel Çözümler / Kod: Çözüm Önerilerinin Uygulanabilirliği]**
- G8:** “Mikroplastiklerin toprağı ve suyu kirlettiğini eğitim sayesinde öğrendik. Çevreye duyarlı ürünler kullanma konusunda daha özenli olunması gerekiyor. Ayrıca bilim insanları, mikroplastiklerin iklim değişikliğine de sebep olduğunu söylüyor. Bu nedenle daha sürdürülebilir bir yaşam tarzı benimsemeye çalışmalıyız. Mesela evde yemek yaparak, dışarıdan yemek sipariş etme alışkanlığınızı azaltabiliriz. Banyo ve tuvalette kullandığınız ürünlerde plastik ambalajı tercih etmeyebiliriz. Sıvı sabun yerine katı sabun, plastik diş fırçası yerine bambu diş fırçası kullanabiliriz. Giysilerimizi tamir ederek, dönüştürerek ömrünü uzatabiliriz veya ikinci el giysi satın alabiliriz” **[Bireysel Çözümler / Kod: Bilimsel Dayanak]**
- G7:** “Mikroplastik kirliliği konusunda yapılan bilimsel çalışmalardan ilham almış olan bu eğitimden sonra, farkındalığımız daha da arttı. Çevremizdeki plastik atıkları temizlemek için düzenlenen etkinliklere katılabiliriz. Bu etkinlikler hem farkındalık yaratmaya hem de çevre kirliliğini azaltmaya yardımcı olur. Ayrıca, çevremizdeki insanları da bu konuda bilinçlendirmek için onlara örnek olabiliriz. Sosyal medya aracılığıyla mikroplastik kirliliği konusunda farkındalık yaratabiliriz. Bu konuda yapılan paylaşımları beğenerek, yorum yaparak veya paylaşarak daha fazla kişiye ulaşmasını sağlayabiliriz. Ayrıca, kendi deneyimlerimizi ve çözüm önerilerimizi de sosyal medyada paylaşabiliriz.” **[Toplumsal Çözümler / Kod: Bilimsel Dayanak]**
- G9:** “Mikroplastik kirliliği konusunda yapılan bilimsel araştırmalar, bu sorunun küresel boyutunu gözler önüne seriyor. Bilim insanları, mikroplastiklerin denizlerdeki besin zincirine karıştığını ve insan sağlığına kadar ulaşabileceğini söylüyor. Bu nedenle tüm ülkelerin iş birliği yapması gerektiğini düşünüyoruz. Bu durum bizi endişelendiriyor ve küresel düzeyde önlemler alınması gerektiğini düşünüyorum. Tüm ülkelerin katılımıyla, plastik üretimini ve tüketimini sınırlandıran, bağlayıcı uluslararası anlaşmalar yapılmalıdır. Bu anlaşmalar, plastik üretim standartlarını, atık yönetimi uygulamalarını ve geri dönüşüm hedeflerini belirlemelidir.” **[Küresel Çözümler / Kod: Bilimsel Dayanak]**

G7: “... Mikroplastik kirliliğiyle mücadelede teknolojik çözümler önemli bir rol oynamaktadır. Bu yüzden teknolojik bazı öneriler de vermek istiyoruz. Çamaşır makinelerine ve çamaşır kurutma makinelerine takılabilen mikroplastik filtreler, giysilerden kaynaklanan mikroplastiklerin suya ve havaya karışmasını engelleyebilir. Ayrıca bazı su arıtma cihazları, mikroplastikleri sudan arıtabilir. Son olarak biyobozunur plastiklerden yapılmış ürünler, doğada daha hızlı parçalanabilir. Ancak, bu ürünlerin de doğru şekilde geri dönüştürülmesi gerektiğini unutmamak önemlidir.” **[Bireysel Çözümler / Kod: Teknolojik Çözümler]**

G3: “... Bu eğitim sürecinde de anladık ki, mikroplastik kirliliğini önlemek için bireysel çabalar önemli olsa da yeterli değildir. Daha geniş çapta önlemler alınmalıdır. Geri dönüşüm tesisleri bunlardan biri olabilir. Geri dönüşüm tesislerinde kullanılan teknolojiler, plastik atıkların daha verimli bir şekilde geri dönüştürülmesini sağlayabilir. Mesela yapay zekâ destekli ayrıştırma sistemleri, farklı türdeki plastikleri daha kolay ayrıştırabilir. Bunun yanında atık su arıtma tesislerinde kullanılan filtrasyon sistemleri, mikroplastiklerin arıtılmasına yardımcı olabilir. Bu sayede, mikroplastiklerin denizlere ve diğer su kaynaklarına karışması engellenebilir. Akıllı şehir uygulamaları da atık yönetimi sistemlerini optimize ederek, plastik atıkların daha verimli bir şekilde toplanmasını ve geri dönüştürülmesini sağlayabilir. Örneğin, sensörler aracılığıyla atık kutularının doluluk seviyesi takip edilebilir ve toplama araçları buna göre yönlendirilebilir.” **[Toplumsal Çözümler / Kod: Teknolojik Çözümler]**

G9: “...Uydu teknolojisi, denizlerdeki plastik kirliliğini tespit etmek ve izlemek için kullanılabilir. Bu sayede, kirliliğin yoğun olduğu bölgeler belirlenebilir ve temizleme çalışmaları daha etkili bir şekilde yapılabilir. Ayrıca okyanus temizleme teknolojileri, denizlerdeki plastik atıkları toplamak ve temizlemek için geliştirilmektedir. Bu teknolojiler, büyük ölçekli temizleme operasyonları için kullanılabilir. Son olarak Biyoteknoloji, plastikleri parçalayabilen enzimlerin geliştirilmesine yardımcı olabilir. Bu enzimler, geri dönüşüm süreçlerinde kullanılarak, plastik atıkların daha hızlı ve etkili bir şekilde parçalanması sağlanabilir.” **[Küresel Çözümler / Kod: Teknolojik Çözümler]**

G1: “...Bunlarla beraber mikroplastik kirliliği ve çevre konusunda duyarlı olan siyasetçileri destekleyebilir, seçimlerde oyumuzu bu yönde kullanabiliriz. Ayrıca, yerel yönetimlere ve milletvekillerine mikroplastik kirliliğiyle ilgili önerilerimizi iletebiliriz. Plastik kirliliğine neden olan şirketlere karşı tüketici haklarımızı kullanabiliriz. Şikayetlerimizi dile getirebilir, ürünlerini boykot edebilir veya alternatif ürünlere yönelebiliriz. Çözümler

çoğunlukta bireysel kalıyor, çünkü bizler geniş çapta etki yaratamıyorum. Bu yüzden politika yapıcılara ve ülke yöneticilerine çok iş düşüyor.” [Bireysel Çözümler / Kod: Hukuk ve Politika Boyutu]

G1: “...Mikroplastik kirliliğiyle mücadele eden sivil toplum kuruluşlarına (STK) destek olabiliriz. Bu kuruluşlara bağışta bulunabilir, gönüllü olarak çalışabilir veya kampanyalarına katılabiliriz. Mikroplastik kirliliğinin zararları konusunda kamuoyu oluşturmak için çalışabiliriz. Sosyal medya aracılığıyla farkındalık yaratabilir, imza kampanyalarına katılabilir veya basın açıklamaları yapabiliriz. Ayrıca yerel yönetimlerle iş birliği yaparak, mikroplastik kirliliğini azaltmaya yönelik projeler geliştirebiliriz. Örneğin, geri dönüşüm oranlarını artırmaya yönelik çalışmalar yapabilir, çevre temizliği etkinlikleri düzenleyebilir veya parklara mikroplastik filtreler yerleştirebiliriz.”
[Toplumsal Çözümler / Kod: Hukuk ve Politika Boyutu]

G7: “Mesela, ülkelerin mikroplastik kirliliğiyle mücadele konusunda iş birliği yapması için uluslararası anlaşmalara katılması gerekiyor. Bu anlaşmalar, plastik üretimini ve tüketimini sınırlandırmaya yönelik hedefler belirlemeli ve yaptırımlar içermelidir. Bunun yanında mikroplastik kirliliğini azaltmaya yönelik teknolojik çözümlerin geliştirilmesi için ülkeler arası iş birliği yapılmalıdır. Özellikle, geri dönüşüm teknolojileri, biyobozunur plastikler ve mikroplastik filtreler gibi alanlarda ortak çalışmalar yapılabilir. Gelişmekte olan ülkelere mikroplastik kirliliğiyle mücadele konusunda mali ve teknik destek sağlanmalıdır. Bu ülkelerde atık yönetimi sistemlerinin kurulması ve geri dönüşüm tesislerinin inşa edilmesi için yardımda bulunulabilir.” [Küresel Çözümler / Kod: Hukuk ve Politika Boyutu]

Tablo 11. “Eğitim süreciyle ilgili olumlu ve olumsuz düşüncelerinizi, bu eğitimin hangi açılardan size katkı sunduğunu açıklayınız?” Sorusuna Verilen Öğrenci Görüşlerinin İçerik Analizi Sonuçları

Kategori	Açıklama	Görüş Belirten Grup Sayısı (n=10)	Oran (%)
Farkındalık Artışı	Mikroplastiklerin ekosistem ve iklim üzerindeki etkilerini daha iyi anladığını belirten gruplar	10	%100
Deneysel Çalışmalara İlgisi	Mikroskobik incelemeler ve deneysel verileri gözlemlemenin etkileyici olduğunu söyleyenler	10	%100
Grup Çalışmasının Katkısı	Grup tartışmaları sayesinde farklı bakış açıları kazandığını ifade edenler	9	%90
Eğitimin Yeterliliği	Eğitim içeriğinin yeterli ve etkili olduğunu düşünenler	9	%90
Çevresel Sorumluluk	Günlük hayatta mikroplastik kirliliğini önleme konusunda bilinç kazandığını söyleyenler	10	%100
Olumsuz Görüşler	Süreçte eksik gördüğü veya geliştirilmesini istediği noktaları dile getirenler (daha fazla uygulamalı deney vb.)	7	%70

Tablo 11 araştırmaya katılan 10 öğrenci grubunun (n=40) “Eğitim süreciyle ilgili olumlu ve olumsuz düşüncelerinizi, eğitimin hangi açılardan size katkı sunduğunu açıklayınız?” sorusuna verdikleri yanıtların içerik analizi yer almaktadır. Grupların tamamı mikroplastiklerin ekosistem ve iklim üzerindeki etkilerini daha iyi anladığını ifade etmiş ve deneysel çalışmaların etkileyici olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, eğitim içeriğini yeterli bulduklarını ve mikroplastik kirliliğini önleme konusunda bilinç kazandıklarını söylemişlerdir. Grup tartışmalarının faydalı olduğunu belirtenlerin oranı %90’dır. Süreçte eksiklikler veya geliştirilmesi gereken noktalar hakkında görüş bildirenler %70 oranında olup, özellikle *daha fazla uygulamalı deney talep etmişlerdir. Bunun dışında grup içerisinde tartışma yaparken bazı görüşlerin baskın olduğu, bazı öğrencilerinin görüşlerini ifade edemedikleri gibi sorunlar dile getirilmiştir. Bunun yanında böylesi önemli bir konunun daha uzun bir süreçte ele alınması gerektiğini ifade eden gruplar da olmuştur.* Bu bulgular, eğitimin öğrencilerde farkındalık oluşturduğunu ve genel olarak olumlu bir etki yarattığını göstermektedir. Bu soruya verilen cevapların özet analizinin yer aldığı metin Ek1’de yer almaktadır. Her temaya ilişkin örnek öğrenci grubu çalışmalarına aşağıda yer verilmiştir.

G4: “Bu eğitim sayesinde mikroplastiklerin yalnızca okyanusları kirleten bir madde olmadığını, soluduğumuz havaya bile karıştığını öğrendik. Günlük hayatımızda farkında olmadan bu kirliliğe nasıl katkıda bulunduğumuzu görmek bizi gerçekten şaşırttı.”

[Kategori: Farkındalık Artışı]

- G5:** “Önceden mikroplastikler hakkında sadece yüzeysel bilgiye sahiptik, ancak şimdi bu küçük parçacıkların iklim değişikliğiyle nasıl bağlantılı olduğunu daha iyi anladık. Bunun yanında mikroplastiklerin doğada ne kadar uzun süre kaldığını ve dünyamıza nasıl zarar verdiğini öğrenmek bizleri endişelendirdi. Artık bazı konularda daha bilinçli davranmaya çalışacağız.” **[Kategori: Farkındalık Artışı]**
- G1:** “Mikroskop altında gördüğümüz mikroplastik lifler gerçekten çok şaşırtıcıydı. Gözle göremediğimiz kadar küçük olan bu parçacıkların havaya ve suya karışmasını görmek, konunun ciddiyetini anlamamızı sağladı.” **[Kategori: Deneysel Çalışmalara İlgi]**
- G7:** “Ders kitaplarından okumak yerine gerçekten gözlemleyerek öğrenmek çok daha etkileyiciydi. Özellikle çamaşır kurutma makinesinden toplanan mikroplastikleri analiz ettiğimiz kısım bizim için unutulmaz bir deneyim oldu.” **[Kategori: Deneysel Çalışmalara İlgi]**
- G3:** “Araştırma verilerini doğrudan gözlemlene fırsatımız olması, bilimsel çalışmaların nasıl yapıldığını daha iyi kavramamı sağladı. Gelecekte bu tür çalışmalarda daha fazla yer almak istiyorum.” **[Kategori: Deneysel Çalışmalara İlgi]**
- G5:** “Grup tartışmaları sayesinde farklı görüşleri dinleme fırsatımız oldu. Kendi başımıza fark edemeyeceğimiz bazı noktaları grup arkadaşlarımızın yorumları sayesinde öğrendik.” **[Kategori: Grup Çalışmasının Katkısı]**
- G6:** “Soruları bireysel olarak değil de grup içinde tartışarak cevaplamak bize farklı bakış açıları kazandırdı. Aynı konu hakkında ne kadar farklı düşünceler olabileceğini görmek güzeldi. Arkadaşlarımızla yaptığımız tartışmalar, konunun önemini daha iyi kavramama yardımcı oldu.” **[Kategori: Grup Çalışmasının Katkısı]**
- G1:** “Eğitim süreci boyunca konu oldukça detaylı bir şekilde ele alındı. Mikroplastiklerin oluşumundan çevresel etkilerine kadar her aşamayı öğrendik, bu yüzden çok faydalı olduğunu düşünüyorum.” **[Kategori: Eğitimin Yeterliliği]**
- G4:** “İçerik hem teorik hem de deneysel olarak dengeli hazırlanmıştı. Sadece bilgi almakla kalmayıp, öğrendiklerimizi gözlemleyerek ve birbirimizle tartışarak pekiştirme şansı bulduk. Derslerde genellikle bu konulara yüzeysel değiniliyor, ancak burada çok daha derinlemesine bir çalışma yaptık.” **[Kategori: Eğitimin Yeterliliği]**
- G2:** “Eğitim bittikten sonra ailelerimizle plastik tüketimimizi nasıl azaltabileceğimiz hakkında konuşmaya karar verdik. Artık alışveriş yaparken polyester kumaşlardan kaçınmaya ve

daha az plastik ambalaj kullanmaya özen göstereceğiz.” [Kategori: Çevresel Sorumluluk]

G6: *“Evimizde çamaşır kurutma makinesi var. Çamaşır kurutma makinelerinin bile çevreye mikroplastik yaydığını öğrendikten sonra, ailemizle doğal şekilde kurutma yapmamız konusunda konuşmamız gerekiyor. Bu küçücük şeyler ne kadar da tehlikeli imiş. Grup arkadaşları olarak bir araya gelip okulumuzda bir farkındalık kampanyası başlatmaya karar verdik. Mikroplastiklerin zararlarını anlatan afişler hazırlayarak diğer öğrencileri de bilinçlendirmek istiyoruz.” [Kategori: Çevresel Sorumluluk]*

G7: *“Eğitim genel olarak faydalıydı, ancak biraz daha fazla uygulamalı deney olsaydı konuyu daha iyi kavrayabilirdik. Bazı bölümler sadece teorik bilgiyle geçti ve bu açıdan sıkıcıydı.” [Kategori: Olumsuz Görüşler]*

G3: *“Bence eğitim süresi biraz daha uzun olabilirdi. Bazı konuları aceleyle geçtiğimizi hissettim ve daha fazla detay öğrenmek isterdim. Grup tartışmaları faydalı olsa da bazen herkes aynı fikirde olduğu için yeterince derinlemesine analiz yapamadık. Daha çok karşıt görüşlerin tartışıldığı oturumlar olabilirdi.” [Kategori: Olumsuz Görüşler]*

G5: *“Mikroplastiklerin doğal ortamdaki varlığını gözlemlemek amacıyla öğrencilerle birlikte çevrede su, toprak ve hava örnekleri toplanabilir. Böylece mikroplastiklerin çevresel dağılımı konusunda daha somut veriler elde edilebilir.” [Kategori: Olumsuz Görüşler]*

SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Özel yetenekli lise öğrencilerinin mikroplastik kirliliği ve iklim değişikliği arasındaki ilişkiye yönelik farkındalıklarını artırmayı ve çözüm önerilerini incelemeyi hedefleyen bu çalışmada, karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sürecinde; çamaşır kurutma makinelerinden salınan mikroplastiklerin mikroskobik analizlerle görselleştirildiği, Web 2.0 araçlarıyla desteklenen “İklim Değişikliği Bağlamında Mikroplastik Kirliliği Farkındalık Eğitimi” uygulanmıştır. Elde edilen nicel ve nitel veriler, uygulanan programın etkililiğini, öğrencilerin demografik özelliklerine göre farkındalık değişimlerini ve geliştirdikleri çözüm önerilerinin niteliğini ortaya koymaktadır.

Araştırmanın nicel bulguları incelendiğinde, eğitim öncesinde öğrencilerin mikroplastik kirliliğine yönelik farkındalık düzeylerinin orta seviyede olduğu, ancak eğitim sonrasında genel farkındalık puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir artış meydana geldiği görülmüştür. Bu

sonuç, teorik bilgilerin mikroskobik gözlemler ve görsel materyallerle (Canva, video vb.) desteklendiği öğretim süreçlerinin, soyut çevre sorunlarının anlaşılmasında etkili olduğunu göstermektedir. Literatürde de belirtildiği üzere, çevre eğitiminde görselleştirme ve somutlaştırma, öğrencilerin karmaşık ekolojik süreçleri kavramalarını kolaylaştıran en önemli faktörlerden biridir. Ölçeğin alt boyutları detaylandırıldığında dikkat çekici bir sonuçla karşılaşılmıştır. Öğrencilerin “Canlılar Üzerindeki Etkiler” ve “İnsan Sağlığına Etkiler” alt boyutlarındaki farkındalıkları istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artarken, “Kirliliğin Önlenmesine Yönelik Farkındalık” boyutundaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu durum, öğrencilerin mikropplastiklerin yarattığı tehlikeyi (risk algısı) kavradıklarını, ancak bu tehlikeyi önlemek için ne yapmaları gerektiği konusundaki eylem bilgilerinin istenilen düzeye ulaşmadığını göstermektedir. Çevre eğitimi literatüründe “Bilgi-Eylem Boşluğu” (Knowledge-Action Gap) olarak tanımlanan bu durum, bireylerin sorunun ciddiyetini bilseler bile, çözüm için harekete geçme konusunda eksiklik yaşayabildiklerini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, Andrady (2017) tarafından vurgulanan, eğitimlerin sadece kirlilik tespiti değil, önleyici stratejilere de odaklanması gerektiği görüşünü desteklemektedir.

Çalışmanın en özgün bulgularından biri, evinde çamaşır kurutma makinesi bulunan öğrencilerin son test puanlarının, bulunmayanlara göre anlamlı düzeyde yüksek çıkmasıdır. Eğitim sürecinde laboratuvar ortamında bizzat çamaşır kurutma makinesi filtrelerinden alınan örneklerin incelenmesi, evinde bu cihazı kullanan öğrencilerde “kişisel ilişkilendirme” ve “yerinde öğrenme” etkisini artırmıştır. Öğrencilerin kendi yaşam alanlarındaki bir cihazın (kurutma makinesi) küresel bir sorunun parçası olduğunu mikroskop altında görmeleri, farkındalığın içselleştirilmesini sağlamıştır. Bu sonuç, fen eğitiminde öğrencilerin günlük yaşamlarıyla ilişkilendirdikleri konuları daha kalıcı öğrendiklerini belirten Sumida (2010) ve proje tabanlı öğrenme yaklaşımlarını destekleyen literatürle örtüşmektedir.

Araştırmada cinsiyet değişkeni açısından kız ve erkek öğrenciler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Geçmiş yıllarda yapılan bazı çalışmalarda kadınların çevresel tutumlarının daha yüksek olduğu belirtilse de (Zelezny et al., 2000), bu çalışmada her iki grubun da benzer düzeyde artış göstermesi, çevre bilincinin cinsiyetten ziyade verilen eğitimin niteliği ve hedef kitlenin (özel yetenekli öğrenciler) özellikleriyle ilişkili olduğunu düşündürmektedir. Özel yetenekli öğrencilerin genel olarak yüksek duyarlılık ve küresel sorunlara ilgi duyma karakteristikleri (Sak, 2011), cinsiyet farkını ortadan kaldıran bir faktör olarak yorumlanabilir.

Nitel bulgular kapsamında öğrencilerin geliştirdikleri çözüm önerileri incelendiğinde; önerilerin büyük çoğunluğunun “Bireysel” (bez çanta kullanımı, plastik reddi) ve “Toplumsal” (bilinçlendirme kampanyaları) düzeyde kaldığı, “Küresel/Politik” (uluslararası anlaşmalar, yasal düzenlemeler) çözüm önerilerinin ise sayıca daha az olduğu belirlenmiştir. Jensen ve Schnack’ın (1997) “Eylem Yeterliliği” modeline göre, öğrenciler sorunu bireysel davranış değişikliği ile çözmeye odaklanmış, ancak sorunun sistemsal ve politik boyutunu (Systemic thinking) tam olarak çözüm süreçlerine yansıtamamışlardır. Ancak, özel yetenekli öğrencilerin “Teknolojik Çözümler” başlığı altında sundukları; yapay zekâ destekli ayırıştırma, biyoplastik üretimi ve filtre sistemleri gibi öneriler, bu grubun yaratıcı problem çözme potansiyellerini ve bilimsel okuryazarlıklarını yansıtmaları bakımından oldukça değerlidir. Öğrencilerin süreç değerlendirmelerine ilişkin görüşleri, mikroskobik incelemelerin ve grup tartışmalarının eğitimin en etkileyici kısımları olduğunu doğrulamaktadır. Ancak öğrencilerin “daha fazla deney ve uygulama” talebi bu tür soyut konuların öğretiminde “yaparak-yaşayarak öğrenme” süreçlerine daha fazla zaman ayrılması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Araştırmadan elde edilen nicel ve nitel bulgular doğrultusunda, hem eğitimcilere/program geliştiricilere hem de araştırmacılara yönelik aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

Uygulamaya ve Eğitim İçeriğine Yönelik Öneriler

- Araştırmada öğrencilerin kirliliğin etkilerine dair farkındalıkları artarken, “kirliliğin önlenmesine” yönelik farkındalıklarında istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmemiştir. Bu nedenle, gelecekteki eğitim programlarında sadece sorunun tespiti (mikroplastik nedir, zararı nedir?) üzerinde durulmamalı; döngüsel ekonomi, ileri dönüşüm (upcycling), sıfır atık yaşam pratikleri ve sürdürülebilir tüketim alışkanlıkları gibi “eyleme dönük” (action-oriented) modüllere daha fazla ağırlık verilmelidir.
- Nitel bulgular, öğrencilerin çözüm önerilerinin daha çok bireysel (bez çanta vb.) ve yerel düzeyde kaldığını, küresel politika ve hukuk boyutunun eksik olduğunu göstermiştir. Özel yetenekli öğrencilerin liderlik potansiyellerini desteklemek adına; eğitim içeriklerine uluslararası çevre anlaşmaları (Paris Anlaşması, BM Plastik Anlaşması vb.), çevre hukuku ve savunuculuk (advocacy) konuları entegre edilebilir.
- Evinde çamaşır kurutma makinesi olan öğrencilerin farkındalık artışının daha yüksek olması, öğrencilerin kendi yaşam alanlarındaki nesnelerle bilimsel verileri ilişkilendirdiklerinde öğrenmenin derinleştiğini kanıtlamaktadır. Bu bağlamda

eğitimlerde standart laboratuvar numuneleri yerine; öğrencilerin kendi evlerinden getirecekleri materyallerin incelendiği “bağlam temelli” etkinlikler tasarlanmalıdır.

- Öğrencilerin teknolojik çözüm önerilerine (filtre sistemleri, biyoplastik vb.) yoğun ilgi gösterdikleri belirlenmiştir. Bu ilgi, Mühendislik Tasarım Süreçleri ile desteklenerek; öğrencilerin kendi mikroplastik filtrelerini tasarladıkları veya biyobozunur materyal ürettikleri STEM projeleri eğitim programlarına dahil edilebilir.
- Öğrenci görüşlerinde en sık dile getirilen “daha fazla deney” talebi dikkate alınarak; eğitimler sınıf/laboratuvar dışına taşınmalıdır. Yakın çevredeki su kaynaklarından, plajlardan veya toprak alanlardan numune toplama gibi saha çalışmaları, öğrencilerin sorunu yerinde gözlemlmeleri için programa eklenmelidir.

Gelecek Araştırmalara Yönelik Öneriler

- Bu çalışma, eğitimin hemen sonrasındaki etkiyi ölçmüştür. Farkındalık artışının kalıcı davranış değişikliğine dönüşüp dönüşmediğini belirlemek amacıyla, eğitimden 6 ay veya 1 yıl sonra gerçekleştirilecek izleme çalışmaları yapılmalıdır.
- Çalışma özel yetenekli öğrencilerle sınırlıdır. Benzer bir eğitim programının, normal gelişim gösteren akran gruplarıyla veya farklı sosyo-ekonomik düzeydeki öğrencilerle uygulanarak sonuçların karşılaştırılması, özel yetenekli öğrencilerin çevre eğitimindeki özgün ihtiyaçlarının daha net belirlenmesini sağlayacaktır.
- Bu araştırmada “farkındalık” ve “çözüm önerisi” ölçülmüştür. Gelecek araştırmalarda, öğrencilerin plastik tüketim miktarlarındaki değişimi veya ailelerinin tüketim alışkanlıklarına etkilerini somut olarak ölçecek davranışsal ölçekler veya gözlem formları kullanılabilir.
- Kurutma makinesi bulgusundan hareketle; ailenin teknolojik cihaz kullanımı ve çevre bilincinin öğrenci üzerindeki etkisi araştırılabilir. Ailelerin de sürece dahil edildiği bütüncül eğitim modellerinin etkisi sınanabilir.

KAYNAKLAR

- Akçay, S., Sezgin, M., & Yıldırım, G. (2020). Mikroplastiklerin sucul organizmalar ve insan sağlığı üzerindeki etkileri. *Su Ürünleri Dergisi*, 37(3), 229-238.
- Aksoy, D., & Aksoy, T. (2022). Plastik Kirliliği ile Mücadelede Reklamın Kullanılması: Plastik Miras Reklamının Gösterge Bilimsel Analizi, *Dijital İletişim Dergisi*, 5(6), 81-91.
- Andrady, A. L. (2017). The plastic in microplastics: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 119(1), 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.082>
- Arı, A., & Ögüt, S. (2021). Mikroplastiklerin çevresel etkileri ve canlılar üzerindeki toksisitesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(1), 12-25.
- Balcı, S. (2020). *Gıdalarda mikroplastik kirliliği ve sağlık riskleri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Berber, A. A. (2016). *Deniz ürünlerinde mikroplastik varlığının araştırılması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (24. Baskı). Pegem Akademi.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2nd ed.). Sage Publications.
- Çağlayan, N., & Aytan, Ü. (2020). Denizlerdeki mikroplastik kirliliği ve ekolojik etkileri. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(2), 201-210.
- Çatalbaş, A. (2017). *Sofra tuzlarında mikroplastik kirliliğinin araştırılması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Eryılmaz, H., & Demirarslan, K. O. (2022). Plastik kirliliğine karşı yeni bir uyum çalışması: Plastik atık ve toprak karışımında bitki üretimi. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(2), 74–83.
- Evangelidou, N., Grythe, H., Klimont, Z., Heyes, C., Eckhardt, S., Lopez-Aparicio, S., & Stohl, A. (2020). Atmospheric transport is a major pathway of microplastics to remote regions. *Nature Communications*, 11(1), 3381. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17201-9>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). McGraw-Hill.
- Galgani, F., Pham, C. K., & Reisser, J. (2019). Plastic pollution. In C. Sheppard (Ed.), *World Seas: An Environmental Evaluation* (pp. 1–29). Academic Press. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00307>
- Galloway, T. S., Cole, M., & Lewis, C. (2017). Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem. *Nature Ecology & Evolution*, 1(5), 0116. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0116>
- Güleşir, T. (2021). *Ortaokul öğrencilerinin mikroplastik kirliliği farkındalık düzeylerinin belirlenmesi ve mikroplastik kirliliği farkındalık ölçeği geliştirilmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağrı.
- Gündüz Balpetek, F., Demir, A., & Özdoğan, E. (2022). Mikroplastik kirliliğine sentetik esaslı tekstil ürünlerinin yıkama işlemlerinin etkisi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 10(3), 1097–1106. <https://doi.org/10.21923/jesd.1033232>

- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Jensen, B. B., & Schnack, K. (1997). The action competence approach in environmental education. *Environmental Education Research*, 3(2), 163–178. <https://doi.org/10.1080/1350462970030205>
- Kanlı, A., & Kurt, T. T. (2019). Türkiye’deki çevre politikaları ve mikroplastik kirlilik. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(12), 112-124.
- Karasar, N. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemi* (26. basım). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kenan, M., & Teksoy, A. (2022). Denizlerdeki canlılar üzerinde mikroplastiklerin etkisi: Bir literatür taraması. *Çevre Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(1), 45-58.
- Lusher, A. L., & Hollman, P. C. H. (2019). *Microplastics in fisheries and aquaculture: Status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety* (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 615).
- Önder, A., Yılmaz, A., & Kaya, M. (2020). Mikroplastiklerin insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkileri. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 77(3), 345-356.
- Prata, J. C. (2018). Airborne microplastics: Consequences to human health? *Environmental Pollution*, 234, 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.043>
- Rochman, C., Browne, M., Halpern, B. *et al.* Classify plastic waste as hazardous. *Nature* 494, 169–171 (2013). <https://doi.org/10.1038/494169a>
- Roebroek, C. T., Harrigan, S., Aerts, J. P., & Burek, P. (2021). Plastic in global rivers: Are floods making it worse? *Environmental Research Letters*, 16(2), 025003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abd5df>
- Sak, U. (2011). *Üstün zekalılar: Özellikleri, tanınması, eğitimi*. Maya Akademi.
- Shen, M., Huang, W., Chen, M., Song, B., Zeng, G., & Zhang, Y. (2020). (Micro)plastic crisis: Un-ignorable contribution to global greenhouse gas emissions and climate change. *Journal of Cleaner Production*, 254, 120138. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120138>
- Souza Machado, A. A., Lau, A., Kwan, T. H., & Weber, J. (2018). Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems. *Environmental Pollution*, 241, 1084–1091. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.06.018>
- Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. (2011). Rethinking giftedness and gifted education: A proposed direction forward based on psychological science. *Psychological Science in the Public Interest*, 12(1), 3–54. <https://doi.org/10.1177/1529100611418056>
- Sumida, M. (2010). Science education for gifted learners. In K. S. Taber (Ed.), *Science education for gifted learners* (pp. 19–30). Routledge.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.). Pearson.
- Thompson RC, Olsen Y, Mitchell RP, Davis A, Rowland SJ, John AW, McGonigle D, Russell AE. Lost at sea: where is all the plastic? *Science*, 304(5672):838. <https://doi.org/10.1126/science.1094559>
- Tutoğlu, B. (2019). *Atık su arıtma tesislerinde mikroplastik giderimi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Wolf, M. M. (1978). Social validity: The case for subjective measurement or how applied behavior analysis is finding its heart. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 11(2), 203–214. <https://doi.org/10.1901/jaba.1978.11-203>
- Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine and estuarine invertebrates. *Environmental Pollution*, 178(2), 483–491. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10. Baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Zelezny, L. C., Chua, P. P., & Aldrich, C. (2000). Elaborating on gender differences in environmentalism. *Journal of Social Issues*, 56(3), 443–457. <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00177>