

Research Article/Araştırma Makalesi

## Development of the Green Chemistry Awareness Scale: Validity and Reliability Study

Sema TOPALOĞLU<sup>1</sup>  Yaşar GENEL<sup>2</sup>  Hasan BAKIRCI<sup>3\*</sup> 

<sup>1</sup> Ministry of National Education, Elazığ, Turkey, [topaloglu2323@hotmail.com](mailto:topaloglu2323@hotmail.com)

<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Education, Van, Turkey, [yasargenel61@hotmail.com](mailto:yasargenel61@hotmail.com)

<sup>3</sup> Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Education, Van, Turkey, [hasanbakirci@yyu.edu.tr](mailto:hasanbakirci@yyu.edu.tr)


\* Corresponding Author: [hasanbakirci@yyu.edu.tr](mailto:hasanbakirci@yyu.edu.tr)

### Article Info

**Received:** 03 August 2023

**Accepted:** 05 October 2023

**Keywords:** Teachers, green chemistry, awareness scale, scale development

 10.18009/jcer.1337234

**Publication Language:** Turkish



### Abstract

The aim of this study is to develop a valid and reliable measurement tool that aims to measure the awareness of Biology, Physics and Chemistry teachers towards green chemistry. In this context, the research was designed as a scale development study. During the development of the measurement tool, a total of 382 physics, chemistry and biology teachers from four different cities (Balıkesir, Elazığ, İstanbul and Van) participated in the study online for Exploratory Factor Analysis (EFA) and Simple Linear Regression Analysis applications. As a result of the analyzes made, it was determined that the scale had a three-factor structure and the factor load values of the scale items took values between 0.507 and 0.854. As a result of the research, a valid and reliable measurement tool was developed in a structure with three factors consisting of 23 items to measure teachers' awareness of green chemistry.

**To cite this article:** Topaloğlu, S., Genel, Y., & Bakırcı, H. (2023). Yeşil kimya farkındalık ölçeğinin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Journal of Computer and Education Research*, 11 (22), 744-766. <https://doi.org/10.18009/jcer.1337234>

## Yeşil Kimya Farkındalık Ölçeğinin Geliştirilmesi: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması

### Makale Bilgisi

**Geliş:** 03 Ağustos 2023

**Kabul:** 05 Ekim 2023

**Anahtar kelimeler:** Öğretmenler, yeşil kimya, farkındalık ölçeği, ölçek geliştirme

 10.18009/jcer.1337234

**Yayın Dili:** Türkçe

### Öz

Bu araştırmanın amacı, biyoloji, fizik ve kimya öğretmenlerinin yeşil kimyaya yönelik farkındalıklarını ölçen geçerli ve güvenilir bir ölçek aracı geliştirmektir. Bu bağlamda araştırma, ölçek geliştirme çalışması olarak tasarlanmıştır. Ölçme aracının geliştirildiği süreçte Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) ve Basit Doğrusal Regresyon Analizi uygulamaları için araştırmaya dört farklı ilden (Balıkesir, Elazığ, İstanbul ve Van) toplam 382 fizik, kimya, biyoloji öğretmeni çevrimiçi olarak katılım sağlamıştır. Yapılan analizler sonucunda ölçeğin üç faktörlü bir yapıda olduğu ve ölçek maddelerine ait faktör yük değerlerinin 0.507 ile 0.854 arasında değerler aldığı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda öğretmenlerin yeşil kimyaya yönelik farkındalıklarını ölçmeye yönelik 23 maddeden oluşan üç faktörlü bir yapıda geçerli ve güvenilir bir ölçek aracı geliştirilmiştir.

## Summary

# Development of the Green Chemistry Awareness Scale: Validity and Reliability Study

Sema TOPALOĞLU<sup>1</sup>  Yaşar GENEL<sup>2</sup>  Hasan BAKIRCI<sup>3\*</sup> 

<sup>1</sup> Ministry of National Education, Elazığ, Turkey, [topaloglu2323@hotmail.com](mailto:topaloglu2323@hotmail.com)

<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Education, Van, Turkey, [yasargenel61@hotmail.com](mailto:yasargenel61@hotmail.com)

<sup>3</sup> Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Education, Van, Turkey, [hasanbakirci@yyu.edu.tr](mailto:hasanbakirci@yyu.edu.tr)

\* Corresponding Author: [hasanbakirci@yyu.edu.tr](mailto:hasanbakirci@yyu.edu.tr)

## Introduction

When the studies on green chemistry education in Turkey are examined, although there are few studies, studies in the field of green chemistry have increased in recent years. However, it is seen that there are a limited number of studies on green chemistry awareness among biology, physics and chemistry teachers. In addition, green chemistry and its principles are increasing environmental problems in today's world raising a global red alert. Accordingly, solutions are sought and these problems should be eliminated at the source. Human beings should be more conscious of environmental protection and environmental education and should be aware of changing world conditions. Societies and individuals should be made aware of and educated about environmental problems because the educated individual acts solution-oriented in the face of the problem. Green chemistry and its principles are also a source of solutions for many problems in human life, both in the field of education and in daily life. For this reason, educational institutions and organizations, teachers who have contributed greatly to the raising of generations for centuries, prospective teachers, individuals and societies working in the field of chemistry should be guided and aware of green chemistry and green chemistry education, which are supporters of chemistry. In this context, the aim of the research is; to develop a green chemistry awareness scale for physics, chemistry, and biology teachers.

## Method

The study group for the research consists of 382 Physics, Chemistry and Biology teachers working in public schools and private institutions affiliated with the Ministry of National Education (MoNE) in Turkey's Elazig, Balikesir, Istanbul and Van provinces in the

2020-2021 academic year. The sample group was selected by the easily accessible case sampling method. Convenience sampling is a method that enables the collection of data in an easy and fast way, taking into account the existing individual or situation (Patton, 2002). The measurement tool, which was planned to be developed to measure the green chemistry awareness of teachers, was developed in a process consisting of four stages. Information about the four stages is given below.

At this stage, measurement tools used in national and international studies on green chemistry and on different subjects were examined. The scale was developed by the researcher through a review of the literature within the research's scope to assess teachers' awareness levels of green chemistry. An item pool was created, and five experts in the field (4 faculty members who are experts in measurement and evaluation, chemistry education, and science education) submitted their opinions in order to examine the content validity and grammar rules of the draft scales and items, and "appropriate" for each item., "They were asked to make the necessary marking by presenting the options "not suitable, remove", "correct not appropriate."

## **Results**

When Table 2 was examined, the KMO value was determined to be 0.79, and the result of Bartlett's test, which tests multivariate normality ( $\chi^2 = 4532.532$ ,  $p = 0.000$ ), was significant. Depending on the significant Bartlett's coefficient, the sample shows a normal distribution. When the obtained values are examined, it is seen that the data are suitable for factor analysis.

When Table 3 is examined, it is seen that the items are collected in three dimensions as a result of the exploratory factor analysis. It can be said that the first dimension scale explained 24.172% of the total variance, the second dimension scale explained 14.093% of the total variance, and the third dimension scale explained 13.222% of the total variance. The items collected in three dimensions explain 51.487% of the total variance.

When the factor loads of the scale items presented in Table 4 are examined, considering the content and theoretical structure of the items obtained as a result of the EFA analysis, factor 1 was named "Green Chemistry Applications and Its Contribution to the Environment". In the first factor, there are 12 items in total, 1, 2, 3, 5, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 20, 21, and it is seen that the first factor explains 24.172% of the total variance value. The factor

loads of the items representing the sub-dimension of the first factor "Green Chemistry Applications and Contribution to the Environment" have values between .507 and .817. In the second factor, there are six items in total, 22, 26, 27, 28, 29, and 32, and the second factor explains 14.093% of the total variance. The factor loadings of the items representing the second factor "The Importance of Green Chemistry in Education" have values between .512 and .824. The third factor includes 13, 18, 19, 25 and 30 items and explains 13.22% of the total variance and consists of five items in total. The factor loads of the items representing the third factor "Green Chemistry Awareness and Importance" sub-dimension have values between .602 and .854. When the three determined factors were evaluated in general, it was determined that the items on the scale explained 51,487% of the total variance.

### **Discussion and Conclusion**

In this study, a measurement tool was developed to measure the awareness of biology, physics and chemistry teachers towards green chemistry. In the scale development process, as a result of the analyses made on the data obtained from the 32-item scale at the beginning, a measurement tool consisting of a total of 23 items consisting of three factors was developed. They stated that choosing any of the item analysis techniques such as correlation, t-test, simple linear regression and factor analysis while developing a Likert-type scale did not differ in terms of the psychometric properties examined in scale development (Sahin & Gulleroglu, 2013). A simple linear regression analysis was applied. Exploratory factor analysis was applied to the data obtained at the last stage, and the results of KMO and Bartlett's test were evaluated in order to determine the suitability of the sample size. The KMO value was .79 and the Bartlett's value ( $\chi^2 = 4532.532$   $p = 0.000$ ) was significant.

The result of the EFA analysis explains 24.172% of the total variance of the first dimension scale, 14.093% of the total variance of the second dimension scale and 13.222% of the total variance of the third dimension scale. The scale explains 51,487% of the total variance. The higher the variance rate obtained as a result of the application of factor analysis, the better the factor structure of the scale (Tavşancıl, 2002). Considering the result of factor analysis in this direction, it was thought that the scale should be three-dimensional. Considering the explained variance rate, the fact that the scale has a three-factor structure explains the factor structure of the scale better.

To test the reliability of the Green Chemistry Awareness Scale, the Cronbach alpha reliability coefficient was calculated. A value of 0.872 for the first factor, 0.780 for the second factor and 0.773 for the third factor was obtained. A Cronbach alpha value of .877 was obtained for the overall scale. According to Ozdamar (2004), the reliability coefficient of the scale in the range of  $0.80 \leq \alpha < 1.00$  indicates that the scale is highly reliable. It is seen that the Cronbach alpha value obtained as a result of the analyses made on the scale is at a high level and the reliability of the measurement tool has been determined to be high. It was concluded that the “Green Chemistry Awareness Scale” developed as a result of the analyses and examinations made is a valid and reliable measurement tool.

## Giriş

Bireylerin günümüzdeki var olan doğal kaynakları bilinçsizce tüketimi, kalkınmaya yönelik politikaları ve buna bağlı olarak gündeme gelen çevresel sorunlar, canlılar için tehdit oluşturmaktadır (Yılmaz & Gültekin, 2012). Birey, toplum ve doğa arasında ekolojik anlamda bir bağ bulunmaktadır. Bu ekolojik bağ, insanların hayatlarını sürdürmelerine ve yenilenen enerji kaynaklarını ihtiyaçları doğrultusunda kullanmalarına katkı sağlamaktadır. Hayatın ekolojik değerlerin üstüne yerleştirilmesi ve yaşam tarzlarının düzene koyulması insanların konu hakkında duyarlı ve farkındalık sahibi olmaları ile mümkündür (Özey, 2009). Bu nedenle bireylerin çevre konusunu araştırmaları, anlamaları ve bu konuda bilinçlenmeleri oldukça önem arz etmektedir.

Çevre eğitimi, ekolojik sorunlara çözüm olabilecek önerilerin geliştirilmesinde sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesi önemli bir yere sahiptir (Teksöz, Şahin & Ertepinar, 2010). Sürdürülebilirlik, gelecek nesillere her alanda kendi kendilerine yetebilecekleri bir dünya bırakma girişimidir. Sürdürülebilirlik, çevresel, sosyal ve ekonomi boyutları açısından sürdürülebilir kalkınma kapsamına girmekte ve tamamlayıcı özellikte olan farklı boyutları ve bu boyutlar arasındaki dengenin sağlanması gerektiğini belirtmektedir (Olsson, Gericke & Chang-Rundgren, 2016). Bu bağlamda sürdürülebilirlik, çevresel, etik, sosyal, politik, teknolojik, kültürel, ekonomik ve daha birçok başlık altında yürütülen bir süreç olarak ele alınmaktadır. Bununla beraber sürdürülebilir kalkınma, gündemde en çok tartışma konusu arasında bulunan kavramlardan biridir (Seydioğulları, 2013).

Sürdürülebilir kalkınma, gelecekteki neslin gereksinimlerini giderme konusunda yeterli güce sahip ve günümüz gereksinimlerini karşılayan kalkınmadır. Sürdürülebilir kalkınmaya yönelik eğitim ise, bireyi odak noktası olarak belirleyen ve bireyden tavırlarının farklılaşmasını sağlamaya çalışan kıymetli olan bir eğitimidir. Bu nedenle sürdürülebilir kalkınma adına eğitim, sürdürülebilir bir hayat şeklinin gelişiminde etkin katılıma yönelik mesuliyet edinmelerinde bireylerin rol almalarının önemine vurgu yapmaktadır (Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2009).

Gelecek nesillerin, kimyasal maddelerin, kaynakların ve enerjinin günümüz neslin kullandıklarından daha sürdürülebilir özellikte olmasında kimyanın rolü büyük önem taşımaktadır. Kirliliğin önlenmesinde çevre dostu ürünlere ve kimyasal süreçlere artan

ilginin, maliyeti düşük ve yeni yaklaşımların geliştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Kimya alanında sürdürülebilirliğe yönelik ilgi çeken kavramlardan biri de kimyasal ürün tasarımı, üretimi ve uygulanmasında tehlike arz eden maddelerin tüketiminin ve üretiminin bertaraf edilmesinde kullanılan bir takım ilkelerin yer aldığı Yeşil Kimya'dır (Yashwantrao, Jejurkar, Kshatriya & Saha, 2019).

Globalleşen Dünya'da insan yaşamını, hızla artan nüfus ve sınırlı kaynaklar etkilemektedir. Bunun bir sonucu olarak, sürdürülebilirliğe yönelik kalkınma düşüncesi için 21. yy'de yeşil kimya fikri öne çıkmıştır (Karagölge & Gür, 2016). Dolayısıyla gelecek neslin yaşamını devam ettirebileceği bir dünyanın olabilmesi için yeşil kimya ve prensiplerini anlayabilmek ve uygulayabilmek önemli yere sahiptir (Karagölge & Gür, 2016). Kimya disiplininin 150 yıllık tarihi incelendiğinde, yeşil kimya kavramı yeni gelişim göstermektedir. Bu süreç 1990 yılından beri endüstriyel kirliliği önlemek yerine kirliliğe sebep olan kaynakların azaltılması veya önlenmesini teşvik etmeye yöneliktir (Pollution Prevention Act of, 1990). Yeşil kimyanın odağı; atıkların arıtılması, kontrol ve organizasyonu ile hijyeni mecburi tutan çevreye yönelik sorunları ve kirliliği kaynağında müdahale edilerek çözüm yolu sunmaktadır (Anastas, Kirchhoff & Williamson, 2001). Yeşil kimya prensipleri, dünya genelinde araştırma ve endüstri alanında uygulamalarda sürdürülebilir yeşil kimya, çağdaş anlayışa sahip ve onaylanmış kılavuz olarak yer almıştır. Kısıtlı kaynaklar ve çevrenin korunmasında gelişen bilinçlenme sürdürülebilir yeşil kimya hareketinin itici güçlerini oluşturmaktadır (Burmeister, Rauch & Eilks, 2012).

Ülkelerin çevre eğitiminde birden fazla faktör etkili olmaktadır. Bu faktörler incelendiğinde ülkelerin etkili olan faktörleri amaçlarına uygun yöneltebilmek için gayret ettikleri ve uygulamalarda ise çevre eğitimi politikalarında bazı farklılıkların olduğu görülmektedir (Artun & Bakırcı, 2012). Ülkelerin uyguladıkları politikalar ve uygulamalar incelendiğinde çevre eğitimi ve yeşil kimya konularındaki çalışmalar göze çarpmaktadır. Çevre eğitimi ve yeşil kimya, çevrenin daha iyi gelişim göstermesi, ekonomide yarış ve sosyal alanda sorumluluk faktörlerinin bir arada olmasını sağlayan, bu konuları gündeme alan ve gelişim gösteren araştırmadır (Hjeresen, Kirchhoff & Lankey, 2002). Bu kapsamda çevresel sorunlara çözüm olma konusunda yeşil kimya eğitimi önemli yere sahiptir. Yeşil kimya, tehlikeli maddelerin kullanımını veya üretimini azaltan ya da bertaraf eden kimyasal ürün ve proseslerin tasarımıdır (Manahan, 2005). Yeşil kimya bir kimyasal

maddenin, tasarım aşaması, üretimi, sarf edilmesi ve ortadan kaldırılmasına kadar tüm aşamalarda aktif rol almaktadır ve yeşil kimya sürdürülebilir kimya yerine de geçmektedir (Hjeressen vd., 2002). Kimyasal maddeler ve atıklar konusunu yakından inceleyen bilim dallarından biri de fen bilimleridir. Fen bilimleri (fizik, kimya ve biyoloji dersleri) deneye dayalı bilim olması nedeniyle beraberinde birçok sorunu da birlikte getirmektedir. Bu sorunların başında olan ve en önemlisi kimyasal maddeler ve atıklarıdır. Çevre kirliliği faktörü göz önüne alındığında fen bilimleri toksik etkiye sahip olması, canlılar açısından tehlikeli ve kalıcı hasara sebep olan bir bilim alanıdır. Fen bilimleri eğitimi ile uğraş halinde olanların bu alanda dikkatli, bilinçli, farkındalığı yüksek olan bireyler olması gerekmektedir. Özellikle fen bilimleri alanı içinde kimya disiplininin de gelecek için önemli yere sahip olan yeşil kimya ve prensipleri günümüz dünyasında büyük öneme sahip olmakla birlikte yapılan çalışmaların az sayıda olması bu alanda daha fazla araştırma yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Kimya deneylerine yeşil kimya prensiplerinin entegre edilmesi, yeşil kimya kavramı ve eğitimi konusunda bilgilendirici eğitimlerin sunulması ve bu yönde uygulamalar yapılarak gelecek nesillere aktarılması büyük önem arz etmektedir (Karagölge, 2018).

Biyoloji, fizik ve kimya öğretmenlerinin, lisans eğitimlerinde yeşil kimya felsefesini ve kurallarını öğrenmeleri önemli hale gelmiştir. Yeşil kimya, uygarlığın devamı ve insanların yaşam kalitesinde artış sağlamak ve sürdürülebilir bir geleceğe sahip olabilmek için modern çağa uygun birey yetiştirme kabiliyetine sahiptir. Bu nedenle yeşil kimya vakit geçirilmeden bilgisayar destekli uygulamalar öncülüğünde yükseköğretim kurumlarında içeriğe eklenmeli ve tüm seviyedeki kimya eğitim öğretim programlarının kapsamına alınmalıdır (Gerçek, 2012). Eğitim alanında ders kitapları, bilimsel yayınlar ve etkinliklerde yeşil kimya ve prensiplerine daha fazla yer verilmesi ve bu alana yönelik dikkatlerini yöneltmek farkındalık sahibi olmalarının önemi büyüktür. Çevre sorunlarının ve kimya kullanım alanlarının geniş alana yayılması yeşil kimya ve prensiplerine yönelik çalışmaların hızlandırılması ve uygulanmasını zorunlu hale getirmektedir. Alan yazında yapılan incelemeler sonucunda yeşil kimyaya yönelik bilinç, tutum, algı ve görüş üzerine çalışmalara yer verilmiştir (Gerçek, 2012). Alan yazının ve yayınlanan çalışmaların incelenmesi sonucunda yeşil kimya farkındalığı ölçeğine araştırmacı tarafından rastlanılmamıştır. Bu nedenle bu



çalışma diğer çalışmalardan bu yönüyle ayrılmaktadır ve alan yazına katkı sağlayacağı ve araştırmacıların yapacağı çalışmalar açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

Türkiye’de yeşil kimya eğitimi konusunda yapılan araştırmalar incelendiğinde az sayıda çalışma bulunsa da son yıllarda yeşil kimya alanında yapılan çalışmalar artış göstermektedir (Gerçek, 2012). Ancak biyoloji, fizik ve kimya öğretmenlerinin yeşil kimya farkındalığına yönelik çalışmaların sınırlı sayı da olduğu görülmektedir. Ayrıca yeşil kimya ve ilkeleri günümüz dünyasında artan çevre sorunları küresel boyutta kırmızı alarm vermektedir. Buna bağlı olarak da çözüm yolları aranmakta ve bu sorunların kaynağında yok edilmesi gerekmektedir. İnsanoğlu çevrenin korunması ve çevre eğitimi konusunda daha bilinçli olmak ve değişen dünya koşullarının farkında olmalıdır. Çevre sorunları konusunda toplumlar ve bireyler bilinçlendirilmeli ve eğitilmelidir. Çünkü eğitilmiş birey sorun karşısında çözüm odaklı davranmaktadır. Yeşil kimya ve ilkeleri de hem eğitim alanında hem de günlük yaşamda insanoğlunun yaşamındaki birçok sorun için çözüm kaynağı olmaktadır. Bu nedenle eğitim veren kurum ve kuruluşlar, yüzyıllardır nesillerin yetişmesinde büyük katkısı olan öğretmenler, yetiştirilmekte olan öğretmen adaylarının, kimya alanında çalışan birey ve toplumların, kimyanın destekçisi olan yeşil kimya ve yeşil kimya eğitimi konusunda yönlendirilmeli ve farkındalıkları sağlanmalıdır. Araştırmanın örneklem grubu fizik, kimya ve biyoloji öğretmenlerinden oluşması, araştırmanın pandemi döneminde gerçekleştiği için verilerin çevrimiçi olarak toplanması ve geliştirilen farkındalık ölçeğin yeşil kimya ile sınırlıdır. Dolayısıyla bu araştırmanın amacı; fizik, kimya ve biyoloji öğretmenlerine yönelik yeşil kimya farkındalık ölçeği geliştirmektir.

## Yöntem

### Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2020-2021 eğitim öğretim yılında Türkiye’nin Elazığ, Balıkesir, İstanbul ve Van illerinde Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)’na bağlı devlet okullarında ve özel kurumlarda görev yapmakta olan 382 Fizik, Kimya, Biyoloji öğretmenleri oluşturmaktadır. Çalışma grubunun belirlenmesinde geliştirilen ölçek konusunun fen dersleri ile doğrudan ilişkili olması etkili olduğu söylenebilir. Çalışma grubu, kolay ulaşılabilir durum örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Kolay ulaşılabilir durum örnekleme,

var olan birey ya da durum dikkate alınarak kolay ve hızlı yoldan verilerin toplanılmasını sağlayan yöntemdir (Patton, 2002).

Çalışma grubunun eğitim düzeyi incelendiğinde lisans düzeyinde 252 öğretmen, yüksek lisans düzeyinde 110 öğretmen ve diğer alanındaki öğretmen sayısı ise 20'dir. Çalışma grubunun alan/dal bazında incelendiğinde Fizik 94, Kimya 187, Biyoloji ise 101 kişiden oluşmaktadır. Öğretmenlerin görev yaptığı kurum türünde ise Anadolu lisesi 95, çok programlı lise 52, fen lisesi 38, imam hatip lisesi 35, özel kurum 99 ve diğer lise türünde ise 63 kişiden oluşmaktadır.

#### *Veri Toplama Aracının Geliştirilmesi*

Öğretmenlerin yeşil kimya farkındalıklarını ölçmek amacıyla geliştirilmesi planlanan ölçme aracı dört aşamadan oluşan bir süreçte geliştirilmiştir. Dört aşama hakkındaki bilgiler aşağıda verilmiştir.

**Birinci aşama:** Bu aşamada yeşil kimyaya yönelik ulusal ve uluslararası ve farklı konulardaki çalışmalarda kullanılan ölçme araçları incelenmiştir. Ölçek, öğretmenlerin yeşil kimya hakkındaki farkındalık düzeylerinin belirlenmesi amacıyla araştırmacılar tarafından araştırma konusu kapsamında literatür incelenerek geliştirilmiştir. Madde havuzu oluşturulmuş ve alanında uzman altı kişinin (ölçme ve değerlendirme uzmanı, kimya eğitimi ve fen bilimleri eğitimi alanında uzman olan 4 öğretim üyesi) taslak ölçek ve maddelerinin kapsam geçerliliğinin ve dilbilgisi kurallarının incelenmesi amacıyla görüşlerine sunulmuş ve her bir maddeye yönelik "uygundur", "uygun değildir çıkarılsın", "uygun değil düzeltilsin" seçenekleri sunulularak gerekli işaretlemeyi yapmaları istenmiştir. Uzmanların dönütleri dikkate alınarak gerekli düzeltmeler yapılmış ve taslak ölçeğin araştırmanın amacına uygun olduğu kararı verilmiştir. Ölçek formu, 32 maddeden oluşturulmuştur. Bu aşamadan elde edilen veriler doğrultusunda yeşil kimya farkındalık ölçeğinin 5'li likert tipinde olmasına karar verilmiştir. Ölçek "Kesinlikle katılıyorum", "Katılıyorum", "Kararsızım", "Katılmıyorum", "Kesinlikle Katılmıyorum" şeklinde sıralanmıştır. Ölçeğin Likert tipinde uygulanmasında, diğer ölçeklere türlerine göre kullanılabilirliği ve ekonomik olmasından kaynaklı olduğu ifade edilebilir (Tavşancıl, 2002).

**İkinci Aşama:** Araştırma kapsamında veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen Yeşil Kimya Farkındalık Ölçeği (YKFÖ) kullanılmıştır. Ölçek MEB'e bağlı devlet okullarında ve özel kurumlarda görev yapmakta olan fizik, kimya ve biyoloji

öğretmenlerine uygulanmıştır. Ölçek, pandemi koşullar nedeniyle Google formlar aracılığıyla çevrimiçi olarak uygulanmıştır.

**Üçüncü Aşama:** Hazırlanan YKFÖ'nün yapı geçerliliğini ve faktör yapısının belirlenmesi için açımlayıcı faktör analizi (AFA) ve basit doğrusal regresyon yöntemi uygulanmıştır. Örneklem sayısının uygun olduğu durumlarda elde edilen verilerin yarısı ile AFA diğer yarısı ile doğrulayıcı faktör analizi uygulanması tavsiye edilmekte ve bu yaklaşım ölçek geliştirme aşamasında genellikle uygulanmaktadır (Henson & Roberts, 2006). Doğrulayıcı faktör analizi için verilerin yeterli olduğu durumda ölçek maddeleri ile ölçek toplam puanı arasında basit doğrusal regresyon yapılması önerilmektedir (Tezbaşaran, 2008). Tek boyuttan oluşan ölçekleme modeli, madde puanı ile ölçek puanı arasında doğrusal ilişkinin olması gerekir ve madde puanları ile ölçek puanının yordanabilmesi de basit doğrusal regresyon tekniğinin kullanılabileceğini ifade etmiştir (Çokluk, Şekercioğlu & Büyüköztürk, 2012).

Araştırma kapsamında örneklem sayısının yeterli olduğu tespit edilerek verilerin yarısı ile AFA diğer yarısı ile de basit doğrusal regresyon uygulanmıştır. Verilerin faktör analizine uygunluğunun belirlenebilmesi için öncelikle Kasiyer-Meyer-Olkin (KMO) ve Barlett Sphericity testi uygulanmıştır. KMO değerinin en düşük .50 olması ve Barlett Sphericity testinin anlamlı değere sahip olması gerekmektedir (Büyüköztürk, 2010). İç ölçüte dayalı geçerlik, katılımcıların %27'lik alt grup ve %27'lik üst gruplarının ölçekten aldıkları puanların iç ölçüt geçerliğini saptamak ve toplam puanlar arasındaki farkı belirlemek için bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır.

**Dördüncü Aşama:** Ölçek güvenilirliğinin belirlenmesi amacıyla ölçeğin ve faktörlerin cronbach alpha iç tutarlılık katsayısı ve maddelerin toplam korelasyon hesaplaması yapılmıştır.

## Bulgular

**Kapsam Geçerliği:** Araştırma sürecinde hazırlanan ölçekte yer alan maddeler alanında uzman beş farklı kişiden alınan görüşler doğrultusunda Kapsam Geçerlik Oranı (KGO) hesabı yapılmış ve taslak form oluşturulmuştur. Uzman görüşleri neticesinde gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra Kapsam Geçerlik İndeksi (KGI) yeniden hesaplanmıştır.

*Yapı Geçerliliği:* Yeşil Kimya Farkındalık Ölçeği'nin yapı geçerliliğinin ve faktör yapısının belirlenebilmesi amacıyla AFA ve basit doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. Uygulama sonucu 382 kişiden elde edilen verilerin yapı geçerliliğinin test edilmesi için verilerin yarısı ile AFA diğer yarısı ile de basit doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Yapılan faktör analizi ile ölçek maddelerinin kaç faktörlü yapıdan oluştuğu ve maddelerin faktör yüklerinin belirlenmesi ve ölçülmek istenen özelliklerin yeterli düzeyde ölçülüp ölçülmediği belirlenmeye çalışılmıştır. Verilerin faktör analizine uygunluğunun belirlenmesi için Kasiyer-Meyer-Olkin (KMO) ve Barlett Sphericity testi uygulanmıştır. KMO değerinin en düşük 0.50 olması ve Barlett Sphericity testinin anlamlı değere sahip olması gerekmektedir. KMO katsayısı ve Barlett Sphericity Testi sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** KMO ve barlett sphericity testi sonuçları

Kasiyer-Mayer-Olkin Örneklem Yeterliliği Ölçümü		0.79
Barlett Sphericity Testi	X <sup>2</sup>	4532.532
	Sd	231
	Sig.	.000

Tablo 1 incelendiğinde KMO değeri 0.79 olarak belirlenmiştir ve çok değişkenli normalliği test eden Bartlett's testi sonucu ( $\chi^2 = 4532.532$ ,  $p = 0.000$ ) anlamlı çıkmıştır. Bu bulgu, örneklem verilerinin normal dağıldığını göstermektedir. Elde edilen değerler incelendiğinde verilerin faktör analizi için uygun olduğu görülmektedir. AFA analiz sonucunda elde edilen öz değerler ve açıklanan toplam varyans yüzdeleri Tablo 2' de verilmiştir.

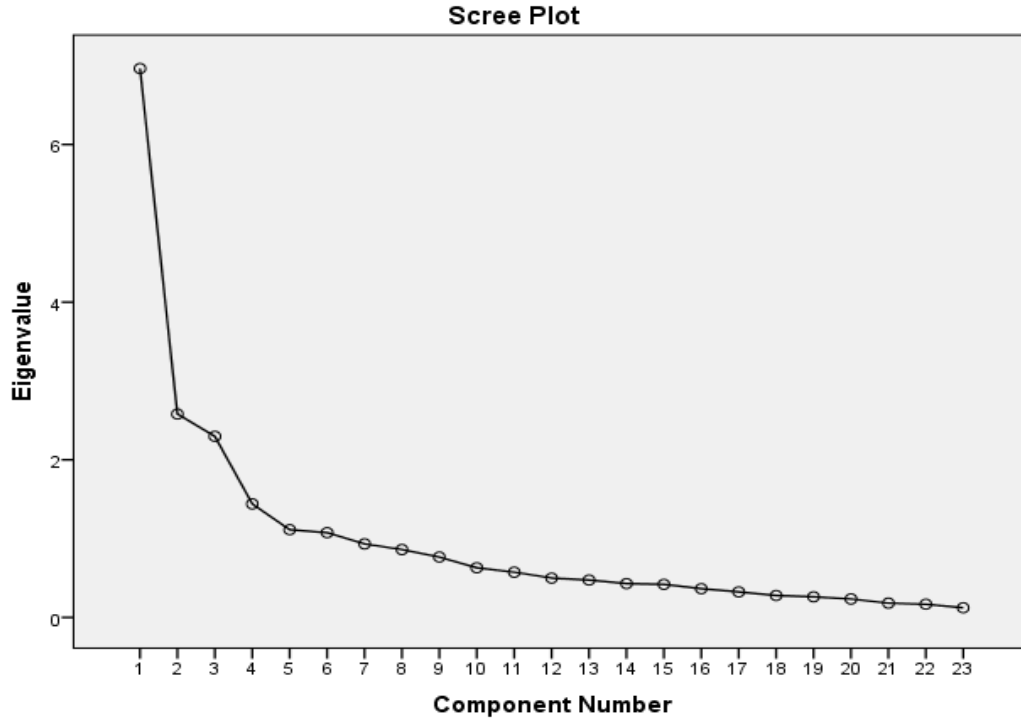
**Tablo 2.** Açımlyıcı faktör analizi ve açıklanan öz değer sonuçları

Boyutlar	AFA Öz Değer Sonuçları	Açıklanan Toplam Varyans
Birinci Boyut	6.964	24.172
İkinci Boyut	2.580	14.093
Üçüncü Boyut	2.298	13.222

Tablo 2 incelendiğinde açımlyıcı faktör analizi sonucunda maddelerin üç boyutta toplandığı görülmektedir. Birinci boyut ölçeğin toplam varyansın %24.172'sini, ikinci boyut ölçeğin toplam varyansın %14.093'ünü ve üçüncü boyut ölçeğin toplam varyansın

%13.222'sini açıkladığı söylenebilir. Üç boyutta toplanan maddelerin toplam varyansın %51.487'sini açıklamaktadır.

Faktörler hakkında yorumda bulunabilmede ve belirlemede öz değer-faktör grafiğinden de yararlanılmaktadır. Grafikte iki nokta arasındaki uzaklık bir faktörü temsil etmektedir. YKFÖ'nün AFA sonucunda elde edilen öz değer faktör grafiği Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Öz değer faktör grafiği

Öz değer faktör grafiği faktör sayısına yönelik bilgi vermektedir. Öz değerleri 1' in üzerinde değer alan bileşen sayısı kadar faktör önerisinde bulunulabilir. Grafik incelendiğinde öz değeri 1'den büyük olan 3 alt faktörde değerlendirme yapılabileceğini göstermektedir.

Açımlayıcı Faktör Analizi sonucunda ölçeğe ait maddelere ait faktör yükleri Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** AFA sonucu oluşan faktörler ve faktör yükleri

Maddeler	Faktör Yükü		
	1	2	3
<b>I. Faktör (Yeşil Kimya Uygulamaları ve Çevreye Katkısı) (<math>\alpha = .872</math>)</b>			
1. Yeşil kimya çevreyi korumaya yönelik bir kimya dalıdır.	.507		
2. Yeşil kimya atıkların önlenmesini sağlayan yöntemler içerir.	.597		
3. Yeşil kimya kimyasal reaksiyonlarda zararlı olan kimyasalları daha az zararlı olan kimyasallarla değiştirme yöntemini kullanmayı tercih eder.	.585		
5. Yeşil kimya, aşırı ve gereksiz çözücü kullanımından kaçınmaktadır.	.622		
7. Yeşil kimya kirliliğin önlenmesi sürecinde üretim aşamasında gözlem ve kontrolün sağlanması için uygun yöntemler geliştirir.	.576		
10. Yeşil kimyanın 12 ilkesi laboratuvar çalışmalarına uygulanmalı ve reaksiyonlar bu doğrultuda gerçekleştirilmelidir.	.663		
11. Yeşil kimya yaklaşımı petrol ve türevleri, atık su, sanayi atıkları, zararlı kimyasallar gibi çevre kirliliğine neden olan faktörlerin etkisini azaltmaktadır.	.817		
12. Yeşil kimya güvenli ve doğaya karşı sorumlu bir alandır.	.605		
14. Yeşil kimya ülke ekonomisine ve kalkınmasına önemli katkı sağlamaktadır.	.733		
15. Yeşil kimya insanların çevreye ve topluma karşı sorumluluk sahibi olmasına katkı sağlamaktadır.	.669		
20. Yeşil kimya uygulamalarının yararları hakkında bilgi verebilirim.	.587		
21. Yeşil kimyaya medya, gazete, dergi vs. geniş yer verilmelidir.	.696		
<b>II. Faktör (Yeşil Kimya Eğitimdeki Önemi) (<math>\alpha = .780</math>)</b>			
22. Yeşil kimya sürdürülebilirlik açısından gereklidir.	.523		
26. Yeşil kimya disiplinler arası çalışma gerektiren önemli bir alandır.	.512		
27. Yeşil kimya konusunda eğitim, seminer, kurs verilmelidir.	.699		
28. Yeşil kimya ve ilkeleri fizik, kimya, biyoloji, fen bilimleri lisans eğitimi programlarında yer almalıdır.	.694		
29. Yeşil kimyaya ve uygulamalarına yönelik birey ve toplum bilinçlendirilmelidir.	.775		
32. Yeşil kimyanın önemi hakkında öğrenci deney etkinliklerinde bilgi verilmelidir.	.824		
<b>III. Faktör (Yeşil Kimya Bilinci ve Önemi) (<math>\alpha = .773</math>)</b>			
13. Yeşil kimya maliyet açısından ekonomiktir.	.854		
18. Yeşil kimya günlük yaşamda önemli yere sahiptir.	.638		
19. Yeşil kimya uygulamalarının zararları hakkında bilgi verebilirim.	.711		
25. Yeşil kimya, mühendislik alanıyla proje tasarımı ve geliştirilmesi kapsamında işbirliği sağlamaktadır.	.602		
30. Yeşil kimya bilimsel çalışmalara önemli katkıda bulunmaktadır.	.740		

Tablo 3'te sunulan ölçek maddelerinin faktör yükleri incelendiğinde, AFA analizi sonucunda elde edilen maddelerin içerik ve kuramsal yapısı dikkate alındığında, faktör 1 "Yeşil Kimya Uygulamaları ve Çevreye Katkısı" olarak adlandırılmıştır. Birinci faktörde 1, 2, 3, 5,

7, 10, 11, 12, 14, 15, 20, 21 olmak üzere toplamda 12 madde yer almakta ve birinci faktörün toplam varyans değeri %24.172' sini açıkladığı görülmektedir. Birinci faktör "Yeşil Kimya Uygulamaları ve Çevreye Katkısı" alt boyutunu temsil eden maddelerin faktör yükleri .507 ile .817 arasında değere sahiptir. İkinci faktörde 22, 26, 27, 28, 29, 32 olmak üzere toplamda altı madde yer almakta ve ikinci faktörün toplam varyansın %14.093' ünü açıklamaktadır. İkinci faktör "Yeşil Kimya Eğitimdeki Önemi" alt boyutunu temsil eden maddelerin faktör yükleri .512 ile .824 arasında değere sahiptir. Üçüncü faktörde 13, 18, 19, 25, 30 maddeleri yer almakta ve toplam varyansın %13.222' ini açıklamakta ve toplamda beş maddeden oluşmaktadır. Üçüncü faktör "Yeşil Kimya Bilinci ve Önemi" alt boyutunu temsil eden maddelerin faktör yükleri .602 ile .854 arasında değere sahiptir. Belirlenen üç faktör genel olarak değerlendirilmeye alındığında ölçekte bulunan maddelerin toplam varyansın %51.487'sini açıkladığı saptanmıştır. Ölçeğin alt boyutları arasında bulunan korelasyon katsayılarına ait değerler Tablo 4' te sunulmuştur.

**Tablo 4.** Faktörler arasındaki korelasyon katsayıları

Faktörler	Birinci Boyut	İkinci Boyut	Üçüncü Boyut
Birinci Boyut	1.00	.291	.298
İkinci Boyut		1	.275
Üçüncü Boyut			1

Tablo 4'te ölçeğin alt boyutları arasındaki korelasyon katsayıları incelendiğinde düşük seviyede ilişki olduğu belirlenmiştir. Boyutlar arasındaki korelasyon neticesinde birinci faktör ve ikinci faktörün alt boyutu arasında bulunan korelasyon değeri .291 olarak hesaplanmıştır. Birinci faktör ve üçüncü faktörün alt boyutu arasında bulunan korelasyon .298 olarak hesaplanmıştır. Üçüncü faktörün alt boyutu arasında bulunan korelasyon .275 olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışma kapsamında faktör yük değerleri .35 ve üstü değere sahip olan maddeler değerlendirmeye alınmıştır. YKFÖ' nün alt boyutlarına ait cronbach alpha katsayıları sırasıyla, .872, .780 ve .773 ölçeğin tüm maddeleri için cronbach alpha katsayısı .877 olarak hesaplanmıştır. Yapılan faktör analiz sonucunda 4, 6, 8, 9,16,17, 23, 24 ve 31 olmak üzere toplamda 9 maddenin faktör yükü .30 ve altında olması nedeniyle bu maddeler ölçekten çıkarılmıştır. Bu maddelerin çıkarılmasıyla ölçek 23 maddeden oluşmaktadır (EK-1).

YKFÖ maddelerinin yordamasına ilişkin basit regresyon analizi sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** YKFÖ maddelerinin yordamasına ilişkin basit regresyon analizi sonuçları

Değişkenler	B	Standart hata	$\beta$	t	p	İkili r	Kısmi R
Sabit	.528	.455	--	1.160	.247	--	--
M2	1.517	.078	.090	19.354	.000	.597	.715
M3	.945	.060	.060	15.794	.000	.639	.640
M5	.850	.051	.070	16.818	.000	.506	.664
M7	.925	.062	.063	14.895	.000	.583	.618
M10	1.255	.041	.129	30.347	.000	.623	.848
M11	1.265	.071	.098	17.913	.000	.720	.687
M12	1.275	.063	.081	20.300	.000	.490	.731
M13	1.041	.049	.114	21.253	.000	.472	.746
M14	.992	.063	.095	15.655	.000	.660	.637
M15	.902	.069	.067	13.047	.000	.630	.567
M18	.948	.057	.086	16.716	.000	.670	.662
M19	1.013	.031	.146	33.089	.000	.493	.868
M20	.912	.033	.125	27.724	.000	.612	.826
M21	1.077	.057	.099	18.944	.000	.599	.707
M22	.851	.085	.045	9.960	.000	.516	.465
M25	1.002	.061	.071	16.367	.000	.512	.654
M26	1.126	.064	.077	17.622	.000	.432	.681
M27	.891	.090	.044	9.936	.000	.484	.464
M28	1.063	.062	.081	17.105	.000	.332	.670
M29	.779	.094	.042	8.330	.000	.390	.402
M30	.884	.072	.058	12.234	.000	.435	.542
M32	1.376	.112	.069	12.302	.000	.436	.545
R=.998 R <sup>2</sup> =.996	F(22.359)=4783.485		p=.000				

Tablo 5 incelendiğinde (R=.998, R<sup>2</sup>=.996,  $p<.05$ ) ve yeşil kimya farkındalığı ölçeğinin toplam varyansın % 99.6'sını açıklamaktadır. Standardize edilmiş regresyon katsayılarına ( $\beta$ ) göre YKFÖ maddelerindeki bir birimlik artış, farkındalık düzeylerinde %99.8'lik bir artışa neden olmaktadır. Regresyon modelinin genel anlamlılığının sınındığı  $F(22.359)=4783.485$   $p=.000$  olarak hesaplanmıştır ve F istatistiği anlamlı bulunmuştur.



## Madde Analizi

Toplam puanın yordama gücünü belirleyebilmek ve madde ayırt ediciliğinin saptanması için düzeltilmiş toplam korelasyon değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca %27'lik alt ve %27'lik üst grupların karşılaştırılması yapılmıştır. Madde analizleri neticesinde elde edilen veriler Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6. YKFÖ madde analizi sonuçları

Madde No	Madde Çıkarıldığında Ölçek alfası	Düzeltilmiş Madde Toplam Korelasyonu	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık
M1	.874	.419	4.55	.84	-2.08
M2	.871	.556	4.66	.60	-1.63
M3	.869	.593	4.41	.74	-.98
M5	.873	.441	4.46	.84	-1.45
M7	.871	.535	4.38	.68	-.77
M10	.869	.554	4.05	1.04	-.84
M11	.866	.679	4.34	.79	-1.02
M12	.873	.439	4.58	.64	-1.59
M14	.868	.601	4.09	.96	-.56
M15	.869	.583	4.40	.75	-.89
M20	.873	.515	3.43	1.39	-.28
M21	.870	.534	4.34	.94	-1.43
M22	.873	.476	4.74	.53	-2.54
M26	.875	.375	4.56	.69	-1.31
M27	.874	.445	4.76	.49	-2.16
M28	.878	.261	4.58	.77	-2.05
M29	.875	.344	4.76	.54	-2.27
M32	.875	.394	4.74	.51	-1.96
M13	.876	.380	4.11	1.11	-.99
M18	.867	.616	4.28	.92	-1.04
M19	.881	.373	3.30	1.46	-.18
M25	.873	.457	4.51	.71	-1.18
M30	.875	.380	4.58	.66	-1.47

\*p&lt;.005

Tablo 6 incelendiğinde madde toplam korelasyon sonuçları, Faktör 1'de .419 ile .679 arasında, Faktör 2'de .261 ile .476 arasında ve Faktör 3'de .373 ile .616 aralığında değer almaktadır. Ölçülmek istenen özelliklerin ayırt edilmesinde kullanılan maddelerin yorumlanabilmesi için toplam madde korelasyonunun .30 ve üstü bir değerde olmasının uygun olduğu kabul edilmektedir. Biyoloji, fizik ve kimya öğretmenlerinden elde edilen veriler %27'lik alt ve %27'lik üst grup olarak ikiye ayrılmıştır.

Her bir maddenin grup istatistikleri ve her grubun ölçekten aldıkları puanlara göre t-testi sonuçları Tablo 7' de verilmiştir.

**Tablo 7.** YKFÖ'nin %27'lik alt-üst gruplara dayalı madde analizi sonuçları

Madde	Grup	$\bar{X}$	t	p	Madde	Grup	$\bar{X}$	t	p
1	Üst	4.93	-8.537	.000	19	Üst	4.36	-12.994	.000
	Alt	3.90				Alt	2.46		
2	Üst	4.96	-11.719	.000	20	Üst	4.70	-22.158	.000
	Alt	4.06				Alt	2.37		
3	Üst	5.00	-16.660	.000	21	Üst	4.95	-14.337	.000
	Alt	3.76				Alt	3.43		
5	Üst	4.99	-11.081	.000	22	Üst	5.00	-8.620	.000
	Alt	3.89				Alt	4.35		
7	Üst	4.96	-20.258	.000	25	Üst	4.92	-9.191	.000
	Alt	3.95				Alt	4.12		
10	Üst	4.87	-13.914	.000	26	Üst	4.90	-7.078	.000
	Alt	3.17				Alt	4.31		
11	Üst	4.99	-19.012	.000	27	Üst	4.94	-6.427	.000
	Alt	3.51				Alt	4.47		
12	Üst	4.91	-8.118	.000	28	Üst	4.96	-7.511	.000
	Alt	4.17				Alt	4.35		
13	Üst	4.86	-10.789	.000	29	Üst	4.98	-6.128	.000
	Alt	3.54				Alt	4.53		
14	Üst	4.92	-19.781	.000	30	Üst	4.96	-7.867	.000
	Alt	3.22				Alt	4.30		
15	Üst	5.00	-14.896	.000	32	Üst	4.99	-7.567	.000
	Alt	3.81				Alt	4.50		
18	Üst	4.98	-17.057	.000		Üst			
	Alt	3.36				Alt			

Tablo 7 incelendiğinde üst grupta yer alan maddeler ile alt grupta yer alan maddeler arasında anlamlı düzeyde bir farklılık olduğu belirlenmiştir ( $p < .05$ ). Ayırıcı %27'lik üst grupta yer alan maddelerin ortalama değerleri, %27'lik alt grupta yer alan maddelerin ortalama değerlerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır.

## Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada biyoloji, fizik ve kimya öğretmenlerinin yeşil kimya'ya yönelik farkındalıklarını ölçmeye yönelik bir ölçme aracı geliştirilmiştir. Ölçek geliştirme sürecinde başlangıçta 32 maddeden oluşan ölçekten elde edilen veriler üzerinde yapılan analizler sonucunda üç faktörden oluşan toplam 23 maddeden oluşan bir ölçme aracı geliştirilmiştir.

Likert tipi ölçek geliştirilirken madde analizi tekniklerinden korelasyon, t-testi, basit doğrusal regresyon ve faktör analizi tekniklerinden herhangi birinin tercih edilmesi ölçek geliştirmede incelenen psikometrik özellikler açısından farklılık göstermediğini belirtmişlerdir (Şahin & Gülleroğlu, 2013). Basit doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. Son aşamada elde edilen verilere, açımlayıcı faktör analizi uygulanmış olup örneklem büyüklüğünün uygunluğunun belirlenebilmesi amacıyla KMO ve Bartlett's Testi sonuçları değerlendirilmiştir. KMO değeri .79 ve Bartlett's değeri ( $\chi^2 = 4532.532$  p= 0.000) ise anlamlı düzeyde çıkmıştır.

AFA analizi sonucu, birinci boyut ölçeğin toplam varyansın %24.172'sini, ikinci boyut ölçeğin toplam varyansın %14.093' ünü ve üçüncü boyut ölçeğin toplam varyansın %13.222'sini açıklamaktadır. Ölçek toplam varyansın %51.487'sini açıklamaktadır. Faktör analizinin uygulanması sonucunda elde edilen varyans oranı arttıkça, ölçeğin faktör yapısı da daha iyi olmaktadır (Tavşancıl, 2002). Bu doğrultuda faktör analizi sonucu dikkate alındığında, ölçeğin üç boyutlu olması gerektiği düşünülmüştür. Ölçeğin açıklanan varyans oranı dikkate alındığında üç faktörlü yapıya sahip olması ölçeğin faktör yapısını daha iyi açıklamaktadır. Yeşil Kimya Farkındalık Ölçeği maddelerinin analizinde basit doğrusal regresyon analizi kullanılarak elde edilen veriler sonucunda maddelerin ölçeğin yapı geçerliliğini sağladığı belirlenmiştir. Yapı geçerliğinin sınanabilmesi amacıyla ölçme aracına yönelik faktör analizi uygulanmıştır. Alan yazında AFA analiz bulgularında faktör yüklerinin .30'un üzerinde olması gerektiği belirtilmektedir (Floyd & Widaman, 1995). AFA değerleri sonucunda ölçme aracında yer alan 32 maddeden 9 tanesi .30 altında faktör yüküne sahip olduğu belirlenmiş ve ölçekten çıkarılmıştır. Analiz sonucu 23 maddenin faktör yük değerlerinin yüksek olması ve yapılan analiz sonuçlarının YKFÖ'de 1'den büyük öz değere sahip olan maddelerin 3 faktörlü ve 23 maddeden oluştuğu belirlenmiştir. AFA sonucunda elde edilen faktör yük değerleri incelendiğinde "F1: Yeşil Kimya Uygulamaları ve Çevreye

Katkısı”, “F2: Yeşil Kimya Eğitimdeki Önemi”, “F3: Yeşil Kimya Bilinci ve Önemi” olarak isimlendirilmiştir.

Korelasyon katsayısının 0.70 ile 1.00 aralığında değer alması yüksek düzeyde 0.70 ile 0.30 aralığında değer alması orta düzeyde, 0.30 ve bu değer aralığından daha düşük değer alması düşük düzeyde ilişki olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2010). Ölçek boyutları arasındaki korelasyon katsayıları incelendiğinde faktörler arasında düşük seviyede ilişki olduğu belirlenmiştir. Madde toplam korelasyon değerleri incelendiğinde maddelerin aynı yapıyı ölçtüğü belirlenmiştir. Ağlarıcı (2017) belirlilik katsayısı  $R^2$  nin değerinin 1'e yaklaşması, kurulan modelin o denli iyi olduğunu ifade etmiştir. Bu bulgulara göre ölçekten elde edilen maddelerin geçerli olduğu sonucuna varılmıştır. Yeşil kimya farkındalık ölçeği maddelerinin, ölçeğin toplam madde puanları ile yüksek düzeyde ve anlamlı bir ilişki vermektedir. Yeşil kimya farkındalığı ölçeğinin toplam varyansın, %99,6'sını açıklamaktadır. Regresyon modelinin genel anlamlılığının sınıandığı F istatistiği anlamlı bulunmuştur. Regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t-testi sonuçları incelendiğinde YKFÖ maddelerinin, farkındalık düzeyi üzerinde anlamlı ve pozitif yönde bir etkisinin olduğu görülmüştür.

Açımlayıcı faktör analizi sonuçları kapsamında 23 maddeden oluşan üç faktörlü “Yeşil Kimya Farkındalık Ölçeği” basit doğrusal regresyon yöntemi kullanılarak test edilmiştir. İç ölçüte dayalı geçerliliğin sınıanmasında katılım gösteren biyoloji, fizik ve kimya öğretmenlerinin %27'lik alt ve %27'lik üst grupların aldıkları puanlar karşılaştırılarak; ölçekte yer alan her bir maddenin üst çeyrek grup puanı ortalamasının, alt çeyrek grup puanı ortalamasından yüksek değerde olduğu belirlenmiştir. İç ölçüte dayalı geçerliliğin sınıanmasında %27'lik alt ve %27'lik üst grup karşılaştırılmasının yapılmasında t değerinin anlamlı düzeyde olması maddenin ayırt edici olduğunu göstermektedir (Erkuş, 2012). İç tutarlılık madde analizi sonucunda, iki grup puanı arasında anlamlı düzeyde farklılık saptanmış ve maddelerin ayırt edici değerler aldığı belirlenmiştir.

Yeşil Kimya Farkındalık Ölçeği'nin güvenilirliğinin test edilmesi için cronbach alpha güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır. Birinci faktör için 0.872, ikinci faktör için 0.780 ve üçüncü faktör için ise 0.773 değeri elde edilmiştir. Ölçeğin geneli için cronbach alpha .877 değeri elde edilmiştir. Özdamar (2004)'a göre ölçekte ki güvenilirlik katsayısının  $0.80 \leq \alpha < 1.00$  aralığında değer alması ölçeğin yüksek düzeyde güvenilir olduğunu ifade etmektedir.

Ölçekten yapılan analizler sonucunda elde edilen cronbach alpha değerinin yüksek düzeyde olduğu görülmektedir ve ölçme aracının güvenilirliğinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan analiz ve incelemeler neticesinde geliştirilen “Yeşil Kimya Farkındalık Ölçeği”nin geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan araştırmanın sonuçlarından hareketle araştırmacılara yol göstermesi açısından şu öneri yapılabilir: Yeşil Kimya Farkındalık Ölçeği (YKFÖ), fen alanlarındaki öğretmenlere uygulanmıştır. Bu kapsamda araştırmacılar farklı örneklem gruplarına ve farklı alanlarda çalışılmak istenen gruplara uygulama yapılarak farklı sonuçlar elde edebilirler. Ayrıca örneklem gruplarının görüşlerine de başvurularak katkı sağlanabilir.

*Etik Kurul Belgesi*

*Etik Kurul Komisyon Adı: Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurul Başkanlığı*

*Etik Kurul Belge Tarihi ve Numara: : 23/11/2022- E-85157263-604.01.02-37614*

*Bilgilendirme*

*Bu çalışma, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında hazırladığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.*

*Yazar Katkı Beyanı*

**Sema TOPALOĞLU:** Kavramsallaştırma, metodoloji, verilerin toplanması, işlenmesi, analizi, yorumlanması, denetim, inceleme-yazma ve düzenleme.

**Yaşar GENEL:** Kavramsallaştırma, metodoloji, verilerin toplanması, işlenmesi, analizi, yorumlanması, denetim, inceleme-yazma ve düzenleme.

**Hasan BAKIRCI:** Kavramsallaştırma, metodoloji, verilerin toplanması, işlenmesi, analizi, yorumlanması, denetim, inceleme-yazma ve düzenleme.

## Kaynaklar

- Ağlarıcı, A. V. (2017). *Basit ve çoklu regresyon modellerinde parametre tahminlerinin karşılaştırılması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Anastas, P. T., Kirchhoff, M. M., & Williamson, T. C. (2001). Catalysis as a foundational pillar of green chemistry. *Applied Catalysis A: General. Elsevier*, 221(1-2), 3-13.
- Artun, H., & Bakırcı, H. (2012). Ülkelerin çevre eğitime etki eden faktörlerinin değerlendirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 20(2), 365-384.
- Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Burmeister, M., Rauch, F., & Eilks, I. (2012). Education for sustainable development and chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 59-68.

- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal Bilimler için çok değişkenli istatistik SPSS ve LISREL uygulamaları*. Ankara: Pegem Akademi.
- Erkuş, A. (2012). *Psikolojide ölçme ve ölçek geliştirme*. Ankara: Pegem Akademi.
- Floyd, F. J. & Widaman, K. F. (1995). Factor analysis in the development and refinement of clinical assessment instruments. *Psychological Assessment*, 7(3), 286-199.
- Gerçek, Z. (2012). Kimya'nın yeni rengi: Yeşil kimya. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 1, 50-53.
- Henson, R. K., & Roberts, J. K. (2006). Use of exploratory factor analysis in published research: Common errors and some comment on improved practice. *Educational and Psychological Measurement*, 66(3), 393-416.
- Hjeressen, D. L., Kirchhoff, M. M., & Lankey, R. L. (2002), Green chemistry: Environment, economics, and competitiveness. *Corporate Environmental Strategy*, 9(3), 259-266.
- Karagölge, Z. (2018). Ortaöğretimde kimya dersi öğretim programı için yeşil örnekler. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(1), 473-492. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.437843>
- Karagölge, Z., & Gür, B. (2016). Sürdürülebilir kimya: Yeşil kimya. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 89-96.
- Karpudewan, M., Ismail, Z. H., & Mohamed, N. (2009). The integration of green chemistry experiments with sustainable development concepts in preservice teachers' curriculum: Experiences from Malaysia. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. 10(2), 118-135.
- Manahan, S. E. (2005). *Green chemistry and the ten commandments of sustainability*. NY: Chem Char Research.
- Olsson, D., Gericke, N., & Chang-Rundgren, S. (2016). The effect of implementation of education for sustainable development in Swedish compulsory schools-assessing pupils' sustainability consciousness. *Journal Environmental Education Research*, 22(2), 176-202.
- Özdamar, K. (2004). *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi (çok değişkenli analizler)*. Eskişehir: Kaan Kitabevi Yayınları.
- Özey, R. (2009). *Çevre sorunları (Genişletilmiş 3. Baskı)*. İstanbul: Aktif Yayınevi.
- Patton. M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods (3rd ed.)*. CA: Sage Pub.
- Pollution Prevention Act of (1990). U.S.C., Sections 13101-13109, United States Environmental Protection Agency. [<https://www.epa.gov/p2/pollution-prevention-act-1990>].
- Seydioğulları, H. S. (2013). Sürdürülebilir kalkınma için enerji. *Planlama Dergisi*, 23 (1), 19-25.
- Şahin, D. B., & Gülleroğlu, H. D. (2013). Likert tipi ölçeklere madde seçmede kullanılan farklı madde analizi teknikleri ile oluşturulan ölçeklerin psikometrik özelliklerinin incelenmesi. *Asya Öğretim Dergisi*, 1(2), 18-28.
- Tavşancıl, E. (2002). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analiz*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Teksöz, G., Şahin, E., & Ertepinar, E. (2010). Çevre okuryazarlığı, öğretmen adayları ve sürdürülebilir bir gelecek. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39, 307- 320.
- Tezbaşaran, A. (2008). *Likert tipi ölçek geliştirme kılavuzu*. Ankara: Psikologlar Derneği Yay.
- Yashwantrao, G., Jejurkar, V. P., Kshatriya, R., & Saha, S. (2019). Solvent-free, mechanochemically scalable synthesis of 2,3-dihydroquinazolin-4(1h)-one using bronsted acid catalyst. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 7 (15), 13551-13558.
- Yılmaz, F., & Gültekin, M. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının çevre sorunları bağlamında öğrenim gördükleri programa ilişkin görüşleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 120-132.

## Ek-1: Yeşil Kimya Farkındalık Ölçeği

YEŞİL KİMYA FARKINDALIK ÖLÇEĞİ	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
1. Yeşil kimya çevreyi korumaya yönelik bir kimya dalıdır.					
2. Yeşil kimya atıkların önlenmesini sağlayan yöntemler içerir.					
3. Yeşil kimya kimyasal reaksiyonlarda zararlı olan kimyasalları daha az zararlı olan kimyasallarla değiştirme yöntemini kullanmayı tercih eder.					
4. Yeşil kimya aşırı ve gereksiz çözücü kullanımından kaçınmaktadır.					
5. Yeşil kimya kirliliğin önlenmesi sürecinde üretim aşamasında gözlem ve kontrolün sağlanması için uygun yöntemler geliştirir.					
6. Yeşil kimya 12 ilkesi laboratuvar çalışmalarına uygulanmalı ve reaksiyonlar bu doğrultuda gerçekleştirilmelidir.					
7. Yeşil kimya yaklaşımı petrol ve türevleri, atık su, sanayi atıkları gibi çevre kirliliğine neden olan faktörlerin etkisini azaltmaktadır.					
8. Yeşil kimya güvenli ve doğaya karşı sorumlu bir alandır.					
9. Yeşil kimya maliyet açısından ekonomiktir.					
10. Yeşil kimya ülke ekonomisine ve kalkınmasına önemli katkı sağlamaktadır.					
11. Yeşil kimya insanların çevreye ve topluma karşı sorumluluk sahibi olmasına katkı sağlamaktadır.					
12. Yeşil kimya günlük yaşamda önemli yere sahiptir.					
13. Yeşil kimya uygulamalarının zararları hakkında bilgi verebilirim.					
14. Yeşil kimya uygulamalarının yararları hakkında bilgi verebilirim.					
15. Yeşil kimyaya medya, gazete, dergi vs. geniş yer verilmelidir.					
16. Yeşil kimya sürdürülebilirlik açısından gereklidir.					
17. Yeşil kimya mühendislik alanıyla proje tasarımı ve geliştirilmesi kapsamında işbirliği sağlamaktadır.					
18. Yeşil kimya disiplinler arası çalışma gerektiren önemli bir alandır.					
19. Yeşil kimya konusunda eğitim, seminer, kurs verilmelidir.					
20. Yeşil kimya ve ilkeleri fizik, kimya, biyoloji, fen bilimleri lisans eğitimi programlarında yer almalıdır.					
21. Yeşil kimyaya ve uygulamalarına yönelik birey ve toplum bilinçlendirilmelidir.					
22. Yeşil kimya bilimsel çalışmalara önemli katkıda bulunmaktadır.					
23. Yeşil kimyanın önemi hakkında öğrenci deney etkinliklerinde bilgi verilmelidir.					

Copyright © JCER

JCER's Publication Ethics and Publication Malpractice Statement are based, in large part, on the guidelines and standards developed by the Committee on Publication Ethics (COPE). This article is available under Creative Commons CC-BY 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)