



## Madde Döngüleri ve Çevre Sorunları Konusunda Başarı Testi Geliştirme: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması

### Developing an Achievement Test for Matter Cycles and Environmental Problems: A Validity and Reliability Study

Oğuzhan NACAROĞLU<sup>1</sup>, Oktay BEKTAŞ<sup>2</sup>, Oktay KIZKAPAN<sup>3</sup>

#### Öz

Bu çalışmada 8. sınıf öğrencilerinin “madde döngüleri ve çevre sorunları” konusunda bir başarı testi geliştirmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılarak çoktan seçmeli sorulardan oluşan bir test geliştirilmiştir. Araştırmanın yöntemi nicel, deseni tarama olmuştur. Araştırmanın örneklemini Malatya ilinde dört ortaokulda öğrenim gören 251 kişiden oluşan 8. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Geçerlik kapsamında madde indeksleri, kapsam, ölçüt ve yapı geçerliği çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Yapı geçerliği çalışması SPSS programı kullanılarak açımlayıcı faktör analizi ile gerçekleştirilmiştir. Güvenirlik çalışması sonucunda KR 20 iç tutarlık katsayısı 0.81 bulunmuştur. Ayrıca LISREL programı ile doğrulayıcı faktör analizi yürütülmüş ve açımlayıcı faktör analizi yoluyla belirlenen faktörler doğrulanmıştır. Analizler sonucunda, geçerliği ve güvenirligi sağlanmış bir başarı testi geliştirilmiştir. Geçerlik ve güvenilirlik çalışmasına özgü bulgulardan hareketle önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** madde döngüsü ve çevre sorunları, fen eğitimi, test geliştirme, geçerlik, güvenilirlik.

#### Abstract

In this study, it was aimed to develop an achievement test for 8th grade students about matter cycles and environmental problems. For this purpose, validity and reliability studies were conducted and a test consisting of multiple choice questions was developed. The method of the research was quantitative and the pattern of the research was survey. The sample of the study was composed of 251 students from four secondary schools in Malatya. Item indices, content, criterion and construct validity studies were conducted within the scope of validity. The construct validity study was performed with exploratory factor analysis using SPSS program. As a result of the reliability study, KR-20 internal consistency coefficient was calculated as 0.81. In addition, confirmatory factor analysis was performed with LISREL program and the factors determined by exploratory factor analysis were confirmed. As a result of the analyzes, a valid and reliable achievement test has been developed. Based on the findings from the validity and reliability studies, suggestions were completed.

**Keywords:** matter cycles and environmental problems, science education, test development, validity, reliability.

<sup>1</sup> MEB, Türkiye <https://orcid.org/0000-0001-8516-9152>

<sup>2</sup> Erciyes Üniversitesi, Fen Bilgisi Eğitimi, Kayseri, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-2562-2864>

<sup>3</sup> Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilgisi Eğitimi, Nevşehir, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0001-6781-9879>

## Extended Abstract

**Introduction:** Traditional measurement tools are used to determine student performance in education (Karip, 2012). Multiple choice questions are one of these traditional tools. They are preferred in many areas ranging from school exams to university entrance exams. Although, multiple choice questions do not measure high level learning objectives, they are employed to reveal misconceptions and to increase students' achievement (Küçükahmet, 2002). For this aim, these questions are widely used to develop achievement tests in science education (Ağgöl Yalçın & Bayrakçeken, 2010; Akbulut & Çepni, 2013; Atasoy & Akdeniz, 2007; Bülbül, 2009; Gençosman, 2011; Gülen & Demirkuş, 2014; Şen & Eryılmaz, 2011). An achievement test should be composed of questions that can measure test objectives and what the student has gained. Thus, while developing an achievement test, first of all, the content of the test and objectives should be determined (Haladyna, 1997).

The Ministry of National Education implemented the science curriculum in all grades from third grade to eighth grade in 2018-2019. The subject areas of the program implemented in each grade level were selected among the topics that raises the students' awareness towards environmental problems. To this aim, "Living beings and Life" was determined as one of the units in the program for the eighth grade students. One of the subtopics in this subject area, "Matter cycles and environmental issues" focuses on the importance of environmental awareness. The environmental problems are mostly caused by people who don't have awareness to such issues (Kaptan, 1999). Therefore, it is essential to develop students' environmental consciousness in every grade level. At the same time, it is necessary to measure whether the students gain this consciousness. Therefore, a valid and reliable measurement tool is needed to determine the learners' level of achievement regarding their intake of this unit. Thus, it is aimed to develop an achievement test based on Haladyna taxonomy to measure the level of achievement on "Matter cycles and environmental issues" in the current study. Research questions with this purpose are as follows:

- Is the multiple-choice test designed to determine 8th graders' achievement regarding "Matter cycles and environmental problems" valid?
- Is the multiple-choice test designed to determine 8th graders' achievement regarding "Matter cycles and environmental problems" reliable?

**Method:** In this quantitative research study, survey design was used. The accessible population of this study was the 8th grade students who were studying in Akçadağ and Kuluncak provinces in Malatya, in 2017-2018 academic year. A cohort of 251 students studying in the 8th grade in four secondary schools in Akçadağ and Kuluncak provinces in Malatya took part in the study. The researchers aimed to develop a summative test consisting of 32 multiple choice questions about "Matter cycles and environmental problems". For this aim, the validity and reliability studies were performed using SPSS 22 and LISREL programs.

**Results:** To develop this test, firstly, the literature review was executed and the unit objectives were determined. Based on these objectives an item pool was developed by two experts in science education. The questions for the achievement test were selected among the questions in the item pool. A table of test specification has been prepared to ensure content validity. While making of this table, Haladyna's taxonomy (1997) was used. In addition to content validity, item difficulty and discrimination indices were calculated to understand whether the questions were valid or not. To ensure the construct validity of the test, explanatory and confirmatory factor analyses were carried out. KR 20 reliability coefficient was calculated to determine the internal consistency in this study. The reliability coefficient of the achievement test was found 0.81. Thus, the achievement test was interpreted as reliable in terms of students' test scores. In the light of all these analyses, a valid and reliable achievement test was developed.

**Suggestions:** A total of 32 questions about the objectives were determined and applications and analyses were carried out with these questions. In further studies, more questions can be asked to measure the objectives about this topic. Also, while determining questions regarding the objectives, only expert view was taken into consideration in this study. In following studies, interviews should also be conducted with the students to understand whether the questions are valid and reliable or not. Finally, 251 8<sup>th</sup> grade students participated in this present study to develop the achievement test and this number can be increased in future studies to promote reliability and validity.

## 1. Giriş

Eğitimde bir öğrencinin yetiştirilmesi kadar, yetiştirilirken neleri kazandığının ortaya çıkarılması da önemlidir. Dolayısıyla, bu süreçte hedeflerin belirlenmesi ve bu hedeflere ulaşma düzeyine yönelik ölçme ve değerlendirme işlemlerinin yapılması gerekmektedir. Ölçme ve değerlendirme, birçok alanda önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Buradan hareketle, bu iki kavramın ne olduğunu tanımlamak bu çalışmanın yapılma gerekçelerinden birisini ortaya çıkarabilir. Ölçme, öğrencinin bir niteliğe sahip olup olmadığını anlamak için yapılan işlemler bütünüdür (Atılğan, 2013; Haladyna, 1997; Tekin, 2004). Başka bir ifadeyle, ölçme, öğrenci özelliklerinin belirlenip sayı veya semboller kullanılarak ifade edilmesidir (Berberoğlu, 2006). Değerlendirme ise, ölçme sonucundan hareketle bir kriter aracılığıyla öğrenci hakkında karar verme sürecini içermektedir (Tekin, 2004; Turgut & Baykul, 2012). Dolayısıyla, yukarıda da bahsedildiği gibi, öğrencinin öğrenme düzeyini ortaya koymak ve buna yönelik karar vermek için ölçme ve değerlendirme işlemleri önem arz etmektedir. Buradan hareketle, bu çalışmada öğrencilerin bir konuya özgü başarılarını belirlemek ve bu başarıyı sayılarla ifade etmek için bir başarı testi geliştirilmiştir.

Bu çalışmada aynı zamanda başarı testinin geliştirilme gerekçelerinden birisi de çalışmanın dayandığı felsefe ile açıklanmıştır. Şöyle ki; bu çalışma öğrencilerin ölçme işleminde etkili bir geleneksel ölçme aracı kullanılmasını önemseyen Haladyna'nın (1997) felsefesini benimsemiştir. Haladyna'ya (1997) göre geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmış geleneksel bir ölçme aracı öğrencilerin ölçme işlemini gerçekleştirmede çok önemli bir rol oynar. Buradan hareketle, bu çalışmada açık uçlu sorulardan oluşan bir test kadar olmasa da, etkili bir geleneksel ölçme aracı olan çoktan seçmeli sorulardan oluşan bir başarı testi geliştirilmiştir. Bu tip sorulardan oluşan bir başarı testinin öğrenci performansını belirlemek için kullanılabileceğine ilişkin alan yazında da oldukça fazla görüş vardır (Crocker & Algina, 1986; Karip, 2012).

Çoktan seçmeli sorular, okullarda yapılan sınavlardan üniversiteye giriş sınavlarına kadar birçok alanda tercih edilmektedir. Başarıyı ve kavram yanlışlarını ortaya koymak için tercih edilen çoktan seçmeli sorular (Küçükahmet, 2002), fen eğitiminde de başarı testi geliştirmek adına oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Ağgöl Yalçın & Bayrakçeken, 2010; Bülbül, 2009; Gençosman, 2011; Gülen & Demirkuş, 2014; Şen & Eryılmaz, 2011). Milli Eğitim Bakanlığı fen bilimleri dersi öğretim programını, 2018-2019 yılında üçüncü sınıftan sekizinci sınıfa kadar tüm sınıflarda aynı anda uygulamaya koymuştur. Her kademedeki öğrencilere çevre bilincini kazandırmak için, programın konu alanları belirlenmiştir. Bir başarı testi kazanımları içerecek sorulardan oluşmalı ve öğrencinin kazandığı özelliği ortaya çıkarabilmelidir. Buradan hareketle, bir başarı testi geliştirirken, öncelikle konu alanlarının ve kazanımların belirlenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla, bu çalışmada, sekizinci sınıf programındaki "Canlılar ve Yaşam" konu alanıdır. Bu konu alanına ait "Madde döngüleri ve çevre sorunları" konusu ise çevre bilincinin önemi üzerinde durduğundan dolayı başarı testinin kazanımlarını ölçmede kullanılacak konu olarak belirlenmiştir. Ayrıca aşağıda bu konuya özgü bir başarı testinin geliştirilme gerekçesi anlatılmaya çalışılmıştır.

Canlıların soyunun tükenmesi, su kıtlığı, ozon tabakasının delinmesi ve küresel ısınma gibi birçok çevre sorunu fen öğretimi programında yer almaktadır (Kışlalıoğlu & Berkes, 2007). Bu program aracılığıyla, her bireye, insanın sadece doğanın bir parçası olduğu, doğanın hakimi olmadığı ve doğanın döngüsel olarak kendini yenileyebildiği açıklanmalıdır. Öte yandan, çevre sorunlarının büyük çoğunluğunun bilinçsiz insanlardan kaynaklandığı da anlatılmalıdır (Kaptan, 1999). Sayamayacağımız kadar çok olan bu çevresel sorunlara karşı duyarlılığın erken yaşlarda kazanılması ve bireysel sorumlulukların da alınması gerekmektedir (Zeleny & Schultz, 2000). Dolayısıyla, yapılan açıklamaların, anlatımların, kazanılacak duyarlılığın ve alınabilecek sorumlulukların ne kadarının öğrencilerde oluştuğunun belirlenmesi de oldukça önemlidir. Bir başka ifadeyle, çevre sorunlarına yönelik öğrenci kazanımlarının gerçekleşme düzeylerini belirlemek için ölçme işlemleri önem arz etmektedir. Bu önemi ortaya koymak amacıyla bu çalışmanın araştırmacıları çevre sorunları kazanımlarının ölçmesine yönelik olarak bir başarı testi geliştirme çalışması yapmışlardır.

Alan yazın taraması yapıldığında, çevre sorunlarına yönelik birçok çalışmanın yapılmıştır (Alper, 2014; Boyes & Stanisstreet, 1998; Bozkurt, 2001; Kılınç, Stanisstreet & Boyes 2008; Österlind, 2005; Özel, 2004; Polat, 2012; Tuncay 2010; Uğulu, 2011; Yalçın, 2010). Bununla birlikte madde döngülerine ait çalışmaların daha az olduğu görülmektedir (Ercan, 2009; Gökmen, 2008; Şenlen, 2015). Ayrıca madde döngüleri ve çevre sorunlarını birlikte değerlendiren çalışmalara da rastlanmamıştır. Bu bir eksiklik olarak görülmektedir. Çünkü madde döngüleri ve özellikle insan kaynaklı sorunlardan dolayı madde döngülerindeki bozulmalar sonucu meydana gelen küresel ısınma ve sera etkisi gibi sorunların birlikte ele alınıp değerlendirilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla bu küresel ölçekteki sorunları anlamak ve çözüm önerileri sunabilmek için çevre sorunları, madde döngüleri ile birlikte düşünülmelidir. Çalışmalara bakıldığında içeriğin daha çok kavram yanlışlarını belirlemek ve bir öğretim yönteminin çevreye yönelik tutuma etkisini tespit

etmek için başarı testleri ve ölçekler kullanıldığı görülmektedir. Örneğin, Kılınç, Stanisstreet & Boyes'ın (2008) çalışmalarında katılımcılar çevre sorunlarına yönelik çok fazla kavramsal eksikliğe sahiptirler. Bu araştırmacıların çalışmalarında katılımcılar ozon tabakasındaki incelleme ve küresel ısınmanın sebep ve sonuçlarını karıştırmışlardır. Katılımcılara göre, küresel ısınmanın sebebi çoğunlukla ozon tabakasındaki incelmedir. Ayrıca, sadece karbondioksit maddesinin ozon tabakasına zarar verdiğini düşünmüşlerdir. İlave olarak, daha az parfüm ve deodorant kullanarak küresel ısınmanın engellenebileceğini ve küresel ısınmanın sadece kutuplarda yaşayan hayvanların neslini tüketeceğini düşünmüşlerdir. Buradan hareketle öncelikle öğrencinin konuya hakimiyeti sağlanmalı ve bunu ölçmek için de uygun bir ölçme aracı geliştirilmelidir.

Tüm bu değerlendirmeler ışığında, yapılan çoğu çalışmanın çoğunlukla sadece belli başlı konularda (örneğin küresel ısınma) kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik olması, başarı testinin çalışmalarda çok az kullanılması, konu alanının tümünü incelenip değerlendirilmesi yerine parçalara bölünerek değerlendirilmesi, "Madde Döngüleri ve Çevre Sorunları" konusuna yönelik bir başarı testi geliştirilmesinin önemini artırmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada, 8. sınıf fen bilimleri dersine ait "Madde Döngüleri ve Çevre Sorunları" konusunun öğrenilme düzeyini ortaya çıkarmak için güvenilir ve geçerli bir başarı testi geliştirmek hedeflenmiştir. Belirlenen bu amaçla birlikte araştırma soruları şu şekildedir:

- 8. sınıf öğrencilerinin "Madde Döngüleri ve Çevre Sorunları" konusundaki başarılarını belirlemek için hazırlanan çoktan seçmeli test geçerli midir?
- 8. sınıf öğrencilerinin "Madde Döngüleri ve Çevre Sorunları" konusundaki başarılarını belirlemek için hazırlanan çoktan seçmeli test güvenilir midir?

## 2. Yöntem

### Çalışmanın Deseni

Bu çalışmada, nicel araştırma yöntemi desenlerinden tarama deseni kullanılmıştır. Tarama deseni, diğer desenlere göre büyük örneklem üzerinde yapılan desen olmakla beraber, bir konuya ya da olaya ilişkin katılımcıların ilgi, beceri, görüş, yetenek gibi niteliklerinin ortaya çıkarıldığı bir desendir (Fraenkel & Wallen, 2006). Başka bir ifadeyle tarama deseni, örneklemin özelliklerini açığa çıkarmak adına büyük bir örneklemden veri toplanmasını ifade eder (Büyükköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2014). Buradan hareketle, 8. sınıf öğrencilerinin "Madde Döngüleri ve Çevre Sorunları" konusundaki başarı düzeylerini belirlemek amacıyla güvenilir ve geçerli bir başarı testi geliştirilmesi hedeflenerek tarama deseni kullanılmıştır. Bu kapsamda 2017-2018 eğitim öğretim döneminin ikinci yarısında "Madde Döngüleri ve Çevre Sorunları" konusunun 8. sınıflarda işlenmesiyle birlikte başarı testi geliştirme çalışmaları başlamıştır.

### Evren ve Örneklem

Çalışmanın ulaşılabilir evreni 2017-2018 eğitim döneminde Malatya ili Akçadağ ve Kuluncak ilçelerindeki 8. sınıf öğrencileridir. Çalışmanın örneklemini ise Malatya ili Akçadağ ve Kuluncak ilçelerine bağlı dört ortaokulda 8. sınıfta öğrenim gören 251 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada öncelikle örneklemden ilçe düzeyinde 8. sınıfa giden öğrenci sayıları belirlenmiştir. Ulaşılabilir evrene genelleme yapabilmek adına ilçelerdeki öğrencilerin en az %10'una ulaşılmaya çalışılmış olup, buradan hareketle çalışmanın örneklemini küme örnekleme yaklaşımına göre belirlenmiştir (Büyükköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2014). Ayrıca, bu testin geçerli ve güvenilir olduğunu genellebilir bir sonuçla ortaya koyabilmek için testteki madde sayısının en az beş katı kadar katılımcıya da ulaşılmaya çalışılmıştır.

### Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada "madde döngüleri ve çevre sorunları" konusunda 32 sorudan oluşan düzey belirlemeye yönelik bir başarı testini veri toplama aracı olarak geliştirilmek amaçlanmıştır. Başarı testi oluşturulurken geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış ve bulgular ilgili bölümde sunulmuştur.

### Verilerin Analizi

Test geliştirilmesi aşamasında gerekli güvenilirlik ve geçerlik çalışmalarını yapmak için SPSS 22 paket programı kullanılmıştır. Bu bağlamda öncelikle belirlenen örnekleme ulaşılmaya çalışılmıştır. Uygulama aşamasından sonra her bir forma numaralar verilmiştir. Daha sonra her bir katılımcının cevap formları rubrik kullanılarak okunmuştur. İfade edilen paket programına öğrencilerin verdikleri cevaplar sırasıyla girilmiştir. Bu süreçte doğru cevaplara "1", boş ve yanlış cevaplara "0" değeri verilmiştir. Dolayısıyla, bütün soruları doğru cevaplayan bir öğrencinin alabileceği en yüksek

puan 32, hiçbirini doğru cevaplayamayan öğrencinin alabileceği puan ise sıfır (0) puandır. Geçerlik çalışması amacıyla kapsam, ölçüt ve yapı geçerlikleri kontrol edilmiştir. Kapsam geçerliğini sağlamak için sırasıyla; çalışmanın amacının belirlenmesi ve kazanımların oluşturulması, soru havuzunun oluşturulması, belirtke tablosunun hazırlanması, bu süreçte uzman kontrolünün sağlanması, ayrıca soru hazırlama süreci ile kazanımların belirlenmesinde taksonomik kurallara dikkat edilmesi gibi çalışmalar yapılmıştır. Testin geçerliğine hizmet etmesi adına güçlük ve ayırt edicilik indeksleri incelenmiştir. Bu amaçla, öğrencilerin aldığı puanlar sıralandıktan sonra %27'lik alt grup ile %27'lik üst grup belirlenmiştir. Ölçüt geçerliği kapsamında, geliştirilen başarı testinin kazanımlarına paralel geçerli ve güvenilir ölçüt testten (Serttürk, 2008) öğrencilerin aldıkları puanlar ile geliştirilen başarı testinden elde edilen puanlar arasındaki korelasyon hesaplanmıştır. Bu kapsamda testler arasındaki ilişkiyi belirlemek adına Pearson korelasyon katsayısı dikkate alınmıştır. Ayrıca yapı geçerliği kapsamında açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Daha sonra KR 20 güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır. Çalışma başarı testi geliştirme basamaklarına uygun olarak yürütüldüğü için analize dair detaylı bilgilere bulgular kısmında yer verilmiştir.

### 3. Bulgular

#### Başarı Testine Yönelik Geçerlik Çalışması

Geçerlik, bir amaç doğrultusunda hazırlanan testin amaca hizmet etme derecesi veya zihinsel süreçleri ölçme derecesi olarak ifade edilebilir (Fraenkel & Wallen, 1996). Bu kısımda geçerlik çalışması kapsamında; kapsam, ölçüt ve yapı geçerliğine ait bulgular sunulmuştur.

#### Kapsam Geçerliğine İlişkin Bulgular

Test soruları hazırlama sürecinde öncelikle gerekli alan yazın taraması yapılmıştır. Daha sonra araştırmalardan elde edilen sorularla birlikte bir soru havuzu oluşturulmuştur. Fen bilimleri öğretim programı incelenerek fen eğitiminde uzman iki kişinin görüşleriyle birlikte kazanımlar belirlenmiştir. Kazanımlar Haladyna (1997) taksonomisi dikkate alınarak yazılmıştır. Haladyna (1997) taksonomisinde dört adet üst düzey düşünme becerileri bulunmaktadır. Bu beceriler anlama, problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcılık olarak isimlendirilmektedir. Anlama basamağında hatırlama, tanım ve ezber olarak nitelendirilen sorular bulunur. Problem çözme basamağında cevabı net ama bir problemin çözümünü isteyen sorular bulunmaktadır. Eleştirel düşünme basamağındaki sorular öğrencinin eleştirel açıdan yaklaşabileceği, analiz ve değerlendirme yapabileceği sorulardır. Son olarak, yaratıcılık basamağında ise öğrenci sorunun çözümünde bir ürün ortaya koymalıdır. Bu amaçlar doğrultusunda hazırlanan kazanımlar ve bu kazanımların Haladyna'nın (1997) düşünme süreçleri ve sorulara göre dağılımı Tablo 1'de gösterilmiştir. Kazanımlar soru numarasına göre sırasıyla verilmiştir. Bir başka ifadeyle, kapsam geçerliğini sağlamak adına belirtke tablosu hazırlanmıştır. Belirtke tablosu, Haladyna (1997) taksonomisine göre hazırlanmıştır. Her bir soru ve Haladyna'ya (1997) göre hangi taksonomik düzeye geldiği tablo halinde oluşturulmuştur.

**Tablo 1. Başarı Testine Ait Kazanımlar ve Düşünme Süreçleri (Belirtke Tablosu)**

Kazanım	Bilişsel (Zihinsel) Düzey		
	Anlama	Problem çözme	Eleştirel düşünme
Karbon döngüsünde karbonun hareketine etki eden olayları çözümler.		1	
Atmosferde karbondioksit gazı (CO <sub>2</sub> (g)) salınımına neden olan etkenleri ayırt eder.		2	
Karbon döngüsündeki olayları ayırt eder.		3	
Su döngüsünde gerçekleşen olayları kavrar.		4	
Su döngüsünde meydana gelen olayları birbiriyle ilişkilendirir.		5	
Ekosistemde oksijen gazı (O <sub>2</sub> (g)) üretiminin azalmasına neden olan etmenleri çözümler.		6	
Madde döngüsünde karbon atomunun kaynağını hatırlar.	7		
Azot döngüsündeki azot gazının toprağa geçişini sağlayan olayları birbiriyle ilişkilendirir.		8	
Su döngüsündeki olayları eleştirir.			9
Verilen olaylardan hangisinin veya hangilerinin atmosfere oksijen sağlayacağını anlar.		10	
Azot döngüsüyle ilgili olayları ve olayın şeklini ilişkilendirir.		11	

Tablo 1 devamı

Kazanım	Bilişsel (Zihinsel) Düzey		
	Anlama	Problem çözme	Eleştirel düşünme
Oksijen döngüsüne neden olan olayları hatırlar.	12		
Ozon tabakasına zarar veren araçları tanır.	13		
Sera etkisinin sonuçları hakkında tahminlerde bulunur.			14
Ozon tabakasının incilmesi sonucu meydana gelen olayları hatırlar.	15		
Ozon tabakasının kalınlığını bilir/hatırlar.	16		
Küresel ısınmanın sonuçlarını analiz eder.		17	
Dünyadaki sıcaklığın artışı hakkında tahminlerde bulunur.			18
Küresel ısınmayı önlemek için yapılması gerekenleri yorumlar.		19	
Küresel ısınmanın sebeplerini açıklar/analiz eder.		20, 25	
Küresel ısınmaya neden olan etmenleri etki açısından karşılaştırır.			21
Sera gazları ile küresel ısınma arasında ilişki kurar.		22	
Küresel ısınmanın sonuçlarını tahmin eder.		23	
Ozon tabakasının görevlerini bilir/hatırlar.	24, 28		
Ozon tabakasının incilmesi sonucu ortaya çıkabilecek rahatsızlıkları tahmin eder.			26
Sera etkisinin oluşmasında etkili olan etkenleri karşılaştırır.			27
Verilen metinden küresel ısınmayı hatırlar.	29		
Küresel ısınmayla Türkiye’de meydana gelen olayları ilişkilendirir.		30	
Küresel ısınmaya karşı alınabilecek önlemleri analiz eder.		31	
Küresel ısınmaya ilişkin verilen grafikleri analiz eder.		32	
<b>Toplam</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>6</b>

Kazanımlar oluşturulurken fen eğitiminde uzman iki kişinin görüşleriyle birlikte bazı kazanımlarda değişiklikler yapılmıştır. Örneğin, “Verilen olaylarla atmosfere salınan oksijeni bilir” şeklinde hazırlanan 10. soruya ait kazanım uzman görüşüyle birlikte “Verilen olaylardan hangisinin veya hangilerinin atmosfere oksijen sağlayacağını anlar” şeklinde değiştirilmiştir. Bu kazanıma ait cevabı “B” seçeneği olan soru 10 aşağıda örnek soru olarak verilmiştir.

I. Canlıların solunum yapması

II. Bitkilerin fotosentez yapması

III. Suyun oksijen ve hidrojene ayrılması

IV. Ölen bitki ve hayvanların ayrıştırıcılar tarafından ayrıştırılması

Yukarıda verilen olaylardan hangisi ya da hangileri atmosfere oksijen sağlar?

A) Yalnız I

B) II ve III

C) I ve III

D) I ve IV

Kazanımlara ait sorular alan yazın taraması yapılarak soru havuzundan seçilmiştir. Her bir kazanıma ait sorunun hangi kaynaktan alındığı Tablo 2’de sunulmuştur.

**Tablo 2. Sorularının Hazırlanmasında Yararlanılan Kaynaklar**

Soru No	Kaynak	Soru No	Kaynak
1 ve 14	Şenlen, 2015	2, 3, 4 ve 6	Ercan, 2009
5 ve 11	Çanta Yayınları	7, 29, 30, 31 ve 32	Serttürk, 2008
8	M.E.B. Ders Kitabı, 2016	9 ve 10	Yücebılgılı, 2010
12	Yazarlar tarafından hazırlandı	13 ve 15	Bozkurt, 2001
16, 17, 18, 19 ve 20	Özel, 2004	21, 22, 23, 24, 25, 26 ve 27	Cömert, 2011
28	Alper, 2014		

Tablo 2 incelendiğinde her bir sorunun alan yazın taraması yapılarak hangi kaynaklardan alındığı görülmektedir. Örneğin, 1. ve 14. soruların Şenlen (2015) tarafından yapılan çalışmadan alındığı, 12. sorunun ise yazar tarafından hazırlandığı görülmektedir. Her bir soru fen eğitiminde yüksek lisansını tamamlamış iki fen bilimleri öğretmeni, bir Türkçe öğretmeni ve fen eğitiminde uzman bir kişinin görüşleri alınarak tekrar düzenlenmiştir. Yapılan düzenlemelere yönelik olarak örneğin, “Doğadaki karbon döngüsünde karbonun hareketine zıt yönde etkili olan olay aşağıdakilerden hangisidir?” şeklindeki soru-1 daha anlaşılır olması için uzman görüşleri sonucunda “Doğadaki karbon döngüsünde karbonun atmosferdeki miktarını azaltan olay aşağıdakilerden hangisidir?” şeklinde değiştirilmiştir. Ayrıca seçenekler kısıdan uzuna doğru sıralanmıştır. Ayrıca çoktan seçmeli başarı testine ait rubrik oluşturulurken doğru cevaplar uygun şekilde seçeneklere dağıtılmıştır. Örneğin, cevabı “A” olan soru sayısı altı tane, cevabı “B” olan soru sayısı yedi tane, cevabı “C” olan soru sayısı sekiz tane ve cevabı “D” olan soru sayısı 11 tane olarak belirlenmiştir. Olumsuz ifade içeren soru kökleri belirgin hale getirilmiştir. Öğrencinin soruyu tam olarak anlayabilmesi için soru kökü veya öncüllerde uzman görüşleri ile birlikte düzenlemeler yapılmıştır.

### İndeks Analizleri

Kapsam geçerliğine yönelik çalışmalara ek olarak madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri kontrol edilmiştir. Bu indeksler testin geçerliğini de artıracak istatistiksel işlemlerdir. Bu amaçla öğrencilerinin testten aldıkları puanlar yüksekten düşüğe doğru sıralanmıştır. Daha sonra %27’lik alt ve üst gruplar belirlenmiştir. Üst gruba 251 öğrenciden puanı en yüksek olan ve %27’lik dilime giren öğrenci sayısı 68 kişi olarak belirlenmiştir. Bu öğrencilerden 68. sıraya giren öğrencinin 21 puan aldığı görülmüştür. Bununla birlikte 19 kişinin de 21 puan aldığı görülmüştür ve bu şekilde üst grup 87 kişi olarak belirlenmiştir. Alt gruptan da aynı şekilde 87 kişi belirlenerek 87. sıraya giren kişinin puanının 16 olduğu görülmüştür.

Madde güçlük indeksi, alt ve üst gruptan her soruya doğru verilen cevap sayısının toplam kişi sayısına bölünmesiyle bulunmuştur. Sorular P1, P2... ve P32 olarak kodlanmış ve indeksler Tablo 3’te sunulmuştur:

**Tablo 3. Her Bir Soruya Ait Madde Güçlük İndeksi**

Madde	Güçlük İndeksi	Madde	Güçlük İndeksi	Madde	Güçlük İndeksi	Madde	Güçlük İndeksi
P1	0.60	P9	0.76	P17	0.52	P25	0.28
P2	0.65	P10	0.70	P18	0.58	P26	0.75
P3	0.54	P11	0.58	P19	0.74	P27	0.35
P4	0.69	P12	0.61	P20	0.22	P28	0.61
P5	0.65	P13	0.36	P21	0.59	P29	0.66
P6	0.69	P14	0.46	P22	0.34	P30	0.66
P7	0.46	P15	0.68	P23	0.67	P31	0.56
P8	0.36	P16	0.25	P24	0.65	P32	0.42

Tablo 4 incelendiğinde; 1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 15, 19, 23, 24, 26, 28, 29 ve 30. soruların kolay olduğu, 3, 7, 11, 14, 17, 18, 21, 31 ve 32. soruların orta güçlükte sorular olduğu, 8, 13, 16, 20, 22, 25 ve 27. soruların ise zor olduğu görülmektedir. Ayrıca maddelere ait her bir güçlük indeksi toplanıp madde sayısına bölündüğünde testin ortalama güçlük indeksi elde edilir. Bunun yanı sıra testin ortalama güçlüğü 0.50 civarında olması gerekmektedir (Tekin, 2010). Gerekli hesaplamalar yapıldığında testin ortalama güçlük indeksi 0.55 olarak hesaplanmıştır. Buradan testin orta güçlükte olduğu sonucuna varılır. Ayrıca sadece madde güçlük indeksine bakılarak soruların teste çıkarılmasına karar verilemez. Bu bakımdan testte bulunan soruların ayırt edicilik indeksleri de hesaplanmıştır.

Ayırt edicilik indeksi hesaplanırken alt ve üst gruplar dikkate alınmıştır. Her bir soru için üst gruptan soruyu doğru cevaplayanların sayısından alt grupta soruyu doğru cevaplayanların sayısı çıkarılmıştır. Elde edilen sonuç üst grupların sayısına bölünmüştür. Bu işlem her bir soru için Excel programı kullanılarak yürütülmüştür. Her bir soruya r1, r2...r32 kodları verilerek Tablo 4 elde edilmiştir:

**Tablo 4. Her Bir Soruya Ait Ayırt Edicilik İndeksi**

Madde	Ayırt Edicilik İndeksi	Madde	Ayırt Edicilik İndeksi	Madde	Ayırt Edicilik İndeksi	Madde	Ayırt Edicilik indeksi
r1	0.41	r9	0.31	r17	0.49	r25	0.16
r2	0.62	r10	0.41	r18	0.35	r26	0.39
r3	0.59	r11	0.50	r19	0.41	r27	0.13
r4	0.21	r12	0.31	r20	0.14	r28	0.51
r5	0.34	r13	0.12	r21	0.29	r29	0.37
r6	0.40	r14	0.39	r22	0.19	r30	0.34
r7	0.21	r15	0.50	r23	0.41	r31	0.42
r8	0.25	r16	0.14	r24	0.47	r32	0.47

Madde ayırt edicilik indeksi değerleri yorumlanırken; her bir soru için elde edilen puan 0.40 ve üzeri ise ayırt ediciliği yüksek, 0.30 ve 0.39 arasında ise orta düzeyde ayırt edici bir sorudur. Bununla birlikte 0.20 ve 0.29 arasında ise sorunun sıkıntılı olduğu ve düzeltilmesi gerektiği, 0.19 ve altında ise o sorunun ayırt ediciliğinin oldukça düşük ve testten çıkarılması gerektiği ifade edilmektedir (Tekin, 2010). Tablo 6 incelendiğinde; 13, 16, 20, 22, 25, 27. soruların ayırt edicilik indekslerinin 0.19 değerinden az olduğu görülmüştür. Tablo 3 incelendiğinde bu soruların zor sorular olduğu da görülmektedir.

#### Alt ve Üst Gruplar için t Testi

Test sorularının ayırt edici olup olmadığını test etmek için yürütülecek diğer bir test bağımsız gruplar t testidir. Gerekli istatistiksel işlemler yapılarak elde edilen sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5. Alt ve üst gruplara yönelik t testi sonuçları**

Madde	Gruplar	N	X	s	t	p
1	ÜST	87	,8161	,38966	6,140	,000
	ALT	87	,4023	,49320		
2	ÜST	87	,9655	,18352	11,306	,000
	ALT	87	,3448	,47807		
3	ÜST	87	,8506	,35857	10,143	,000
	ALT	87	,2414	,43040		
4	ÜST	87	,8046	,39881	3,203	,002
	ALT	87	,5862	,49537		
5	ÜST	87	,8276	,37993	5,105	,000
	ALT	87	,4828	,50260		
6	ÜST	87	,8966	,30631	6,373	,000
	ALT	87	,4943	,50287		
7	ÜST	87	,5747	,49725	2,942	,004
	ALT	87	,3563	,48169		
8	ÜST	87	,4943	,50287	3,752	,000
	ALT	87	,2299	,42320		
9	ÜST	87	,9195	,27358	5,323	,000
	ALT	87	,5977	,49320		
10	ÜST	87	,9195	,27358	6,742	,000
	ALT	87	,5057	,50287		
11	ÜST	87	,8391	,36959	7,847	,000
	ALT	87	,3333	,47414		
12	ÜST	87	,7701	,42320	4,413	,000
	ALT	87	,4598	,50127		
13	ÜST	87	,4253	,49725	1,740	,084
	ALT	87	,2989	,46041		



Tablo 5 devamı

Madde	Gruplar	N	X	s	t	p																																																																																																																																																																																																			
14	ÜST	87	,6667	,47414	5,579	,000																																																																																																																																																																																																			
	ALT	87	,2759	,44954			15	ÜST	87	,9425	,23409	8,560	,000	ALT	87	,4368	,49886	16	ÜST	87	,3333	,47414	2,227	,027	ALT	86	,1860	,39143	17	ÜST	87	,7701	,42320	7,467	,000	ALT	87	,2759	,44954	18	ÜST	87	,7701	,42320	5,101	,000	ALT	87	,4138	,49537	19	ÜST	87	,9540	,21065	7,098	,000	ALT	87	,5402	,50127	20	ÜST	87	,2989	,46041	2,388	,018	ALT	87	,1494	,35857	21	ÜST	87	,7471	,43718	4,196	,000	ALT	87	,4483	,50020	22	ÜST	87	,4483	,50020	2,744	,007	ALT	87	,2529	,43718	23	ÜST	87	,8851	,32080	6,478	,000	ALT	87	,4713	,50207	24	ÜST	87	,8966	,30631	7,526	,000	ALT	87	,4253	,49725	25	ÜST	87	,3678	,48501	2,370	,019	ALT	87	,2069	,40743	26	ÜST	87	,9540	,21065	6,623	,000	ALT	86	,5698	,49801	27	ÜST	87	,4253	,49725	1,853	,066	ALT	86	,2907	,45675	28	ÜST	87	,8736	,33427	8,133	,000	ALT	86	,3605	,48295	29	ÜST	87	,8621	,34683	5,597	,000	ALT	85	,4941	,50293	30	ÜST	87	,8391	,36959	5,036	,000	ALT	84	,5000	,50300	31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000	ALT	84	,3690	,48545	32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT
15	ÜST	87	,9425	,23409	8,560	,000																																																																																																																																																																																																			
	ALT	87	,4368	,49886			16	ÜST	87	,3333	,47414	2,227	,027	ALT	86	,1860	,39143	17	ÜST	87	,7701	,42320	7,467	,000	ALT	87	,2759	,44954	18	ÜST	87	,7701	,42320	5,101	,000	ALT	87	,4138	,49537	19	ÜST	87	,9540	,21065	7,098	,000	ALT	87	,5402	,50127	20	ÜST	87	,2989	,46041	2,388	,018	ALT	87	,1494	,35857	21	ÜST	87	,7471	,43718	4,196	,000	ALT	87	,4483	,50020	22	ÜST	87	,4483	,50020	2,744	,007	ALT	87	,2529	,43718	23	ÜST	87	,8851	,32080	6,478	,000	ALT	87	,4713	,50207	24	ÜST	87	,8966	,30631	7,526	,000	ALT	87	,4253	,49725	25	ÜST	87	,3678	,48501	2,370	,019	ALT	87	,2069	,40743	26	ÜST	87	,9540	,21065	6,623	,000	ALT	86	,5698	,49801	27	ÜST	87	,4253	,49725	1,853	,066	ALT	86	,2907	,45675	28	ÜST	87	,8736	,33427	8,133	,000	ALT	86	,3605	,48295	29	ÜST	87	,8621	,34683	5,597	,000	ALT	85	,4941	,50293	30	ÜST	87	,8391	,36959	5,036	,000	ALT	84	,5000	,50300	31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000	ALT	84	,3690	,48545	32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT	85	,1882	,39322								
16	ÜST	87	,3333	,47414	2,227	,027																																																																																																																																																																																																			
	ALT	86	,1860	,39143			17	ÜST	87	,7701	,42320	7,467	,000	ALT	87	,2759	,44954	18	ÜST	87	,7701	,42320	5,101	,000	ALT	87	,4138	,49537	19	ÜST	87	,9540	,21065	7,098	,000	ALT	87	,5402	,50127	20	ÜST	87	,2989	,46041	2,388	,018	ALT	87	,1494	,35857	21	ÜST	87	,7471	,43718	4,196	,000	ALT	87	,4483	,50020	22	ÜST	87	,4483	,50020	2,744	,007	ALT	87	,2529	,43718	23	ÜST	87	,8851	,32080	6,478	,000	ALT	87	,4713	,50207	24	ÜST	87	,8966	,30631	7,526	,000	ALT	87	,4253	,49725	25	ÜST	87	,3678	,48501	2,370	,019	ALT	87	,2069	,40743	26	ÜST	87	,9540	,21065	6,623	,000	ALT	86	,5698	,49801	27	ÜST	87	,4253	,49725	1,853	,066	ALT	86	,2907	,45675	28	ÜST	87	,8736	,33427	8,133	,000	ALT	86	,3605	,48295	29	ÜST	87	,8621	,34683	5,597	,000	ALT	85	,4941	,50293	30	ÜST	87	,8391	,36959	5,036	,000	ALT	84	,5000	,50300	31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000	ALT	84	,3690	,48545	32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT	85	,1882	,39322																			
17	ÜST	87	,7701	,42320	7,467	,000																																																																																																																																																																																																			
	ALT	87	,2759	,44954			18	ÜST	87	,7701	,42320	5,101	,000	ALT	87	,4138	,49537	19	ÜST	87	,9540	,21065	7,098	,000	ALT	87	,5402	,50127	20	ÜST	87	,2989	,46041	2,388	,018	ALT	87	,1494	,35857	21	ÜST	87	,7471	,43718	4,196	,000	ALT	87	,4483	,50020	22	ÜST	87	,4483	,50020	2,744	,007	ALT	87	,2529	,43718	23	ÜST	87	,8851	,32080	6,478	,000	ALT	87	,4713	,50207	24	ÜST	87	,8966	,30631	7,526	,000	ALT	87	,4253	,49725	25	ÜST	87	,3678	,48501	2,370	,019	ALT	87	,2069	,40743	26	ÜST	87	,9540	,21065	6,623	,000	ALT	86	,5698	,49801	27	ÜST	87	,4253	,49725	1,853	,066	ALT	86	,2907	,45675	28	ÜST	87	,8736	,33427	8,133	,000	ALT	86	,3605	,48295	29	ÜST	87	,8621	,34683	5,597	,000	ALT	85	,4941	,50293	30	ÜST	87	,8391	,36959	5,036	,000	ALT	84	,5000	,50300	31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000	ALT	84	,3690	,48545	32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT	85	,1882	,39322																														
18	ÜST	87	,7701	,42320	5,101	,000																																																																																																																																																																																																			
	ALT	87	,4138	,49537			19	ÜST	87	,9540	,21065	7,098	,000	ALT	87	,5402	,50127	20	ÜST	87	,2989	,46041	2,388	,018	ALT	87	,1494	,35857	21	ÜST	87	,7471	,43718	4,196	,000	ALT	87	,4483	,50020	22	ÜST	87	,4483	,50020	2,744	,007	ALT	87	,2529	,43718	23	ÜST	87	,8851	,32080	6,478	,000	ALT	87	,4713	,50207	24	ÜST	87	,8966	,30631	7,526	,000	ALT	87	,4253	,49725	25	ÜST	87	,3678	,48501	2,370	,019	ALT	87	,2069	,40743	26	ÜST	87	,9540	,21065	6,623	,000	ALT	86	,5698	,49801	27	ÜST	87	,4253	,49725	1,853	,066	ALT	86	,2907	,45675	28	ÜST	87	,8736	,33427	8,133	,000	ALT	86	,3605	,48295	29	ÜST	87	,8621	,34683	5,597	,000	ALT	85	,4941	,50293	30	ÜST	87	,8391	,36959	5,036	,000	ALT	84	,5000	,50300	31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000	ALT	84	,3690	,48545	32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT	85	,1882	,39322																																									
19	ÜST	87	,9540	,21065	7,098	,000																																																																																																																																																																																																			
	ALT	87	,5402	,50127			20	ÜST	87	,2989	,46041	2,388	,018	ALT	87	,1494	,35857	21	ÜST	87	,7471	,43718	4,196	,000	ALT	87	,4483	,50020	22	ÜST	87	,4483	,50020	2,744	,007	ALT	87	,2529	,43718	23	ÜST	87	,8851	,32080	6,478	,000	ALT	87	,4713	,50207	24	ÜST	87	,8966	,30631	7,526	,000	ALT	87	,4253	,49725	25	ÜST	87	,3678	,48501	2,370	,019	ALT	87	,2069	,40743	26	ÜST	87	,9540	,21065	6,623	,000	ALT	86	,5698	,49801	27	ÜST	87	,4253	,49725	1,853	,066	ALT	86	,2907	,45675	28	ÜST	87	,8736	,33427	8,133	,000	ALT	86	,3605	,48295	29	ÜST	87	,8621	,34683	5,597	,000	ALT	85	,4941	,50293	30	ÜST	87	,8391	,36959	5,036	,000	ALT	84	,5000	,50300	31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000	ALT	84	,3690	,48545	32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT	85	,1882	,39322																																																				
20	ÜST	87	,2989	,46041	2,388	,018																																																																																																																																																																																																			
	ALT	87	,1494	,35857			21	ÜST	87	,7471	,43718	4,196	,000	ALT	87	,4483	,50020	22	ÜST	87	,4483	,50020	2,744	,007	ALT	87	,2529	,43718	23	ÜST	87	,8851	,32080	6,478	,000	ALT	87	,4713	,50207	24	ÜST	87	,8966	,30631	7,526	,000	ALT	87	,4253	,49725	25	ÜST	87	,3678	,48501	2,370	,019	ALT	87	,2069	,40743	26	ÜST	87	,9540	,21065	6,623	,000	ALT	86	,5698	,49801	27	ÜST	87	,4253	,49725	1,853	,066	ALT	86	,2907	,45675	28	ÜST	87	,8736	,33427	8,133	,000	ALT	86	,3605	,48295	29	ÜST	87	,8621	,34683	5,597	,000	ALT	85	,4941	,50293	30	ÜST	87	,8391	,36959	5,036	,000	ALT	84	,5000	,50300	31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000	ALT	84	,3690	,48545	32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT	85	,1882	,39322																																																															
21	ÜST	87	,7471	,43718	4,196	,000																																																																																																																																																																																																			
	ALT	87	,4483	,50020			22	ÜST	87	,4483	,50020	2,744	,007	ALT	87	,2529	,43718	23	ÜST	87	,8851	,32080	6,478	,000	ALT	87	,4713	,50207	24	ÜST	87	,8966	,30631	7,526	,000	ALT	87	,4253	,49725	25	ÜST	87	,3678	,48501	2,370	,019	ALT	87	,2069	,40743	26	ÜST	87	,9540	,21065	6,623	,000	ALT	86	,5698	,49801	27	ÜST	87	,4253	,49725	1,853	,066	ALT	86	,2907	,45675	28	ÜST	87	,8736	,33427	8,133	,000	ALT	86	,3605	,48295	29	ÜST	87	,8621	,34683	5,597	,000	ALT	85	,4941	,50293	30	ÜST	87	,8391	,36959	5,036	,000	ALT	84	,5000	,50300	31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000	ALT	84	,3690	,48545	32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT	85	,1882	,39322																																																																										
22	ÜST	87	,4483	,50020	2,744	,007																																																																																																																																																																																																			
	ALT	87	,2529	,43718			23	ÜST	87	,8851	,32080	6,478	,000	ALT	87	,4713	,50207	24	ÜST	87	,8966	,30631	7,526	,000	ALT	87	,4253	,49725	25	ÜST	87	,3678	,48501	2,370	,019	ALT	87	,2069	,40743	26	ÜST	87	,9540	,21065	6,623	,000	ALT	86	,5698	,49801	27	ÜST	87	,4253	,49725	1,853	,066	ALT	86	,2907	,45675	28	ÜST	87	,8736	,33427	8,133	,000	ALT	86	,3605	,48295	29	ÜST	87	,8621	,34683	5,597	,000	ALT	85	,4941	,50293	30	ÜST	87	,8391	,36959	5,036	,000	ALT	84	,5000	,50300	31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000	ALT	84	,3690	,48545	32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT	85	,1882	,39322																																																																																					
23	ÜST	87	,8851	,32080	6,478	,000																																																																																																																																																																																																			
	ALT	87	,4713	,50207			24	ÜST	87	,8966	,30631	7,526	,000	ALT	87	,4253	,49725	25	ÜST	87	,3678	,48501	2,370	,019	ALT	87	,2069	,40743	26	ÜST	87	,9540	,21065	6,623	,000	ALT	86	,5698	,49801	27	ÜST	87	,4253	,49725	1,853	,066	ALT	86	,2907	,45675	28	ÜST	87	,8736	,33427	8,133	,000	ALT	86	,3605	,48295	29	ÜST	87	,8621	,34683	5,597	,000	ALT	85	,4941	,50293	30	ÜST	87	,8391	,36959	5,036	,000	ALT	84	,5000	,50300	31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000	ALT	84	,3690	,48545	32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT	85	,1882	,39322																																																																																																
24	ÜST	87	,8966	,30631	7,526	,000																																																																																																																																																																																																			
	ALT	87	,4253	,49725			25	ÜST	87	,3678	,48501	2,370	,019	ALT	87	,2069	,40743	26	ÜST	87	,9540	,21065	6,623	,000	ALT	86	,5698	,49801	27	ÜST	87	,4253	,49725	1,853	,066	ALT	86	,2907	,45675	28	ÜST	87	,8736	,33427	8,133	,000	ALT	86	,3605	,48295	29	ÜST	87	,8621	,34683	5,597	,000	ALT	85	,4941	,50293	30	ÜST	87	,8391	,36959	5,036	,000	ALT	84	,5000	,50300	31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000	ALT	84	,3690	,48545	32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT	85	,1882	,39322																																																																																																											
25	ÜST	87	,3678	,48501	2,370	,019																																																																																																																																																																																																			
	ALT	87	,2069	,40743			26	ÜST	87	,9540	,21065	6,623	,000	ALT	86	,5698	,49801	27	ÜST	87	,4253	,49725	1,853	,066	ALT	86	,2907	,45675	28	ÜST	87	,8736	,33427	8,133	,000	ALT	86	,3605	,48295	29	ÜST	87	,8621	,34683	5,597	,000	ALT	85	,4941	,50293	30	ÜST	87	,8391	,36959	5,036	,000	ALT	84	,5000	,50300	31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000	ALT	84	,3690	,48545	32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT	85	,1882	,39322																																																																																																																						
26	ÜST	87	,9540	,21065	6,623	,000																																																																																																																																																																																																			
	ALT	86	,5698	,49801			27	ÜST	87	,4253	,49725	1,853	,066	ALT	86	,2907	,45675	28	ÜST	87	,8736	,33427	8,133	,000	ALT	86	,3605	,48295	29	ÜST	87	,8621	,34683	5,597	,000	ALT	85	,4941	,50293	30	ÜST	87	,8391	,36959	5,036	,000	ALT	84	,5000	,50300	31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000	ALT	84	,3690	,48545	32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT	85	,1882	,39322																																																																																																																																	
27	ÜST	87	,4253	,49725	1,853	,066																																																																																																																																																																																																			
	ALT	86	,2907	,45675			28	ÜST	87	,8736	,33427	8,133	,000	ALT	86	,3605	,48295	29	ÜST	87	,8621	,34683	5,597	,000	ALT	85	,4941	,50293	30	ÜST	87	,8391	,36959	5,036	,000	ALT	84	,5000	,50300	31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000	ALT	84	,3690	,48545	32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT	85	,1882	,39322																																																																																																																																												
28	ÜST	87	,8736	,33427	8,133	,000																																																																																																																																																																																																			
	ALT	86	,3605	,48295			29	ÜST	87	,8621	,34683	5,597	,000	ALT	85	,4941	,50293	30	ÜST	87	,8391	,36959	5,036	,000	ALT	84	,5000	,50300	31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000	ALT	84	,3690	,48545	32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT	85	,1882	,39322																																																																																																																																																							
29	ÜST	87	,8621	,34683	5,597	,000																																																																																																																																																																																																			
	ALT	85	,4941	,50293			30	ÜST	87	,8391	,36959	5,036	,000	ALT	84	,5000	,50300	31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000	ALT	84	,3690	,48545	32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT	85	,1882	,39322																																																																																																																																																																		
30	ÜST	87	,8391	,36959	5,036	,000																																																																																																																																																																																																			
	ALT	84	,5000	,50300			31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000	ALT	84	,3690	,48545	32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT	85	,1882	,39322																																																																																																																																																																													
31	ÜST	87	,7816	,41555	5,977	,000																																																																																																																																																																																																			
	ALT	84	,3690	,48545			32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000	ALT	85	,1882	,39322																																																																																																																																																																																								
32	ÜST	87	,6667	,47414	7,195	,000																																																																																																																																																																																																			
	ALT	85	,1882	,39322																																																																																																																																																																																																					

Tablo 5'te her bir soru için t testi uygulanarak alt ve üst gruplar karşılaştırılmıştır. Ayırt edicilik indeksleri 0.19 değerinden küçük çıkan her bir soru için Tablo 5'te yer alan p değerleri incelenmiştir. Buradan hareketle soruların anlamlılık değerleri 13. soru için 0.84, 16. soru için 0.02, 20. soru için 0.018, 22. soru için 0.007, 25. soru için 0.019 ve 27. soru için 0.066 değerleri bulunmuştur. 13. ve 27. sorularının p değerleri 0.05 anlamlılık değerinden büyüktür. Bu bakımdan bu sorular için alt grup ve üst gruptan elde edilen puanlar açısından anlamlı bir farklılık olmadığı söylenebilir. Bu soruların testten çıkarıldığında güvenilirlik katsayısına etkisi Tablo 11'de verilmiştir. Tablo 11 incelendiğinde bu soruların çıkarılması durumunda güvenilirlik katsayısının arttığı görülmektedir. Bu bakımdan 13. ve 27. soruların testten çıkarılmasına karar verilmiştir. Bununla birlikte 16, 20, 22. ve 25. soruların p değerlerinin 0.05 anlamlılık değerinden küçük olduğu görülmektedir. Başka bir ifadeyle bu soruların üst grupla alt grubu ayırt etme gücünün iyi olduğu söylenebilir. Bu bakımdan 16, 20, 22. ve 25. soruların testte kalmasına karar verilmiştir.

### Ölçüt Geçerliliğine İlişkin Bulgular

Ölçüt geçerliği, bireyin bir testten elde ettiği puan ile geçerliği ve güvenilirliği test edilmiş başka bir testten elde ettiği puanlar arasındaki korelasyonu ifade etmektedir ((Fraenkel & Wallen, 1996). Bu çalışmada ölçüt geçerliğini test etmek için benzer kazanımları ölçen bir başarı testi (Serttürk, 2008) belirlenmiştir. Bu testteki sorulardan bazıları yapılan çalışmaya uymadığı için çıkarılmış ve sonuçta 16 soruluk bir test elde edilmiştir. Öncelikle bu ölçüt olarak kullanılacak test uygulanmış ve başarı testi ile arasındaki korelasyona bakılmıştır. Korelasyon katsayısının +1'e yakın olması durumunda ölçüt geçerliğinin yüksek, 0'a yakınsa düşük, negatif olması durumunda ise farklı durumları

ölçtükleri yorumu yapılabilir. Bu bağlamda gerekli istatistiksel işlemler yapılarak başarı testine yönelik puanlarla ölçüt olarak kullanılan test puanları arasındaki ilişki düzeyini belirlemek için pearson korelasyon katsayısı hesaplanarak 0.79 olarak bulunmuştur. Bundan dolayı uygulanan testin ölçüt geçerliğinin sağlandığı söylenebilir.

### Yapı geçerliğine İlişkin Bulgular

#### Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA)

Yapı geçerliği, test ile ölçülmek istenen kuramsal çerçeveyi ortaya koyabilme derecesi olup (Çepni, vd., 2012), bu kuramsal yapının ortaya konulabilmesi için kullanılacak yöntemlerden birisi de faktör analizidir (Pallant, 2016). Bu araştırmada açımlayıcı faktör analizini (AFA) yürütmek için SPSS 22. paket programı kullanılmıştır. Faktör analizinin yapılabilmesi için Barlett testinin anlamlı olması (Pallant, 2016) ve KMO endeksinin 0,6 minimum değerinden yüksek olması önerilir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Gerekli istatistiksel işlemler yapılarak KMO değeri Tablo 6'da verilmiştir:

**Tablo 6. Başarı testi için KMO değeri**

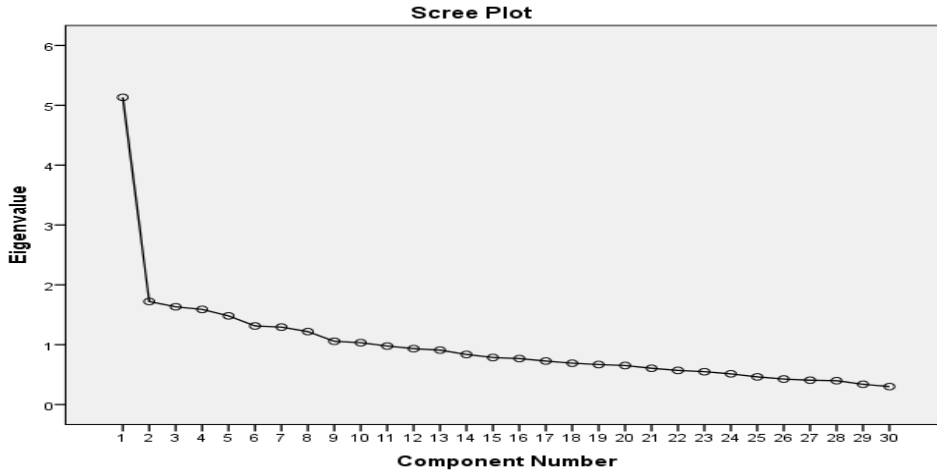
<b>Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.</b>	,751
<b>Approx. Chi-Square</b>	1421.345
<b>Bartlett's küresellik testi df</b>	435
<b>Anlamlılık (Sig.)</b>	,000

Tablo 6 incelendiğinde, KMO değerinin 0.751 olduğu görülmektedir. Dolayısıyla KMO değeri 0,6 değerinden büyük olduğuna göre faktör analizi yürütülebilir.(Pallant, 2016). Yapılan istatistiksel analizlerden sonra toplam varyansın açıklandığı Tablo 7 aşağıda verilmiştir:

**Tablo 7. Başarı testine ait toplam varyans değerleri**

<b>Faktör</b>	<b>Özdeğer</b>	<b>Varyansın Yüzdesi</b>	<b>Toplam Yüzde</b>
1	5,132	17,108	17,108
2	1,721	5,737	22,845
3	1,633	5,443	28,288
4	1,590	5,299	33,587
5	1,481	4,938	38,525
6	1,313	4,378	42,903

Özdeğeri 1'den büyük olan faktörler Tablo 7'de verilmiştir. Kaç tane faktörün çıkarılacağına karar vermek için 1 ya da daha fazla özdeğere sahip bileşenler dikkate alınır (Pallant, 2016). Dolayısıyla test altı faktör altında toplanmış olup bu faktörler test sorularının % 42,903'nü kapsamaktadır. Bununla birlikte sadece açıklanan varyans tablosuna bakılarak testteki faktör yapısı belirlenemez. Faktör sayısını belirlemede Scree Plot grafiği de önemli grafiklerdendir (Seçer, 2013). Şekil 1'de başarı testine ait Scree Plot grafiği verilmiştir:



Şekil 1: Başarı testine ait Scree Plot grafiği

Şekil 1 incelendiğinde, eğimin ikinci faktörden sonra düzleştiği görülmektedir. Bu noktadan sonra faktörlerin varyansa katkısı az olarak kabul edilir (Çokluk, Şekercioğlu & Büyüköztürk, 2010). Bundan dolayı Scree Plot grafiği iki faktöre işaret etmektedir. Soruların bulunduğu faktörler ve katsayıları Tablo 8’de verilmiştir:

Tablo 8. Başarı testine ait faktör yük değerleri

Madde	FAKTÖRLER					
	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5	Faktör 6
S29	,610					
S21	,597					
S24	,544					
S26	,485					
S15	,483					
S23	,482					
S19	,479					
S12	,388					
S14		,651				
S17		,606				
S4		,533				
S6		,492				
S2		,478				
S31		,399				
S3		,342				
S25			,580			
S20			,564			
S16			-,511			
S18				,622		
S8				,616		
S11				,556		
S22					,597	
S30					,556	
S28					,428	
S1					,422	
S32					,381	
S10					,337	
S7						-,693
S9						-,674
S5						-,475

Faktör analizinde 0.30 yük değerinden küçük olan sorular ihmal edilmiştir (Seçer, 2013). Teste yönelik faktör analizi yapıldıktan sonra her bir faktördeki sorular, araştırmacı tarafından incelenmiştir. İnceleme sonucunda Faktör

1’de yer alan soruların ozon tabakası ve küresel ısınmanın özellikleri hakkında oldukları görülmüştür. Bu bağlamda başarı testi incelendiğinde, Faktör 1’de yer alan sorulardan 15. 24. ve 26. soruların ozon tabakası ile 19. 21. 23. ve 29. soruların küresel ısınma ve özellikleri ile ilgili olduğu görülmüştür. Tüm bu değerlendirmeler ışığında Faktör 1 “ Ozon tabakası ve küresel ısınmanın özellikleri” şeklinde isimlendirilmiştir. Faktör 2’de yer alan sorulardan 14. ve 17. sorular, karbon döngüsü ile bağlantı kurularak sera etkisi ve küresel ısınmanın sonuçlarıyla ilgili iken; 2. 4. ve 6. soruların madde döngüleri ile ilgili oldukları görülmektedir. Buradan hareketle Faktör 2 “Madde döngüleri ve çevre sorunları” şeklinde isimlendirilmiştir. Faktör 3’te yer alan sorulardan 25. ve 20. sorular küresel ısınmanın nedenlerine yönelik olduğundan Faktör 3 “Küresel ısınmanın nedenleri” şeklinde isimlendirilmiştir. Faktör 4’te yer alan sorulardan 8. ve 11. sorular azot döngüsü ile ilgili olup 18. soru bu durumu destekleyici olduğundan “Azot döngüsünün özellikleri” şeklinde isimlendirilmiştir. Faktör 5 incelendiğinde, 1. ve 10. soruların karbon ve oksijenin atmosferdeki miktarını etkileyen olaylarla, 22. sorunun sera etkisi ile, 28. sorunun ozon tabakasının görevi ile, 30. ve 32. soruların küresel ısınma ve sıcaklık artışı ile ilgili olduğu görülmektedir. Buradan hareketle Faktör 5 “Madde döngüleri ve iklim değişikliği” şeklinde isimlendirilmiştir. Faktör 6’da yer alan sorulardan 5. ve 9. soruların su döngüsü ile ilgili olduğu için Faktör 6 “Su döngüsü özellikleri” şeklinde isimlendirilmiştir.

### Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA)

Bu araştırmada, LISREL programı kullanılarak doğrulayıcı faktör analizi (DFA) yapılmıştır. Açımlayıcı faktör analizi sonucu belirlenen faktör yapılarının doğrulanma durumunu incelemek için analizler yürütülmüştür. Yapısal eşitlik modellemesinin bir türü olan doğrulayıcı faktör analizi (Şimşek, 2007), son yıllarda birçok bilimsel araştırmalarda kullanılmaya başlanmıştır (Hooper & Mullen 2008). Yapısal eşitlik modellemesinde birçok uyum istatistiği kullanılmakta olup en çok kullanılan uyum indeksleri ve gözlenen uyum değerleri Tablo 9’da sunulmuştur:

**Tablo 9. DFA indeks değerleri**

Uyum İndeksi	En İyi Uyum Değerleri	Kabul Edilebilir Değerleri	Uyum Gözlenen Değeri	Uyum Uyum
$\chi^2/sd$	$0 \leq \chi^2/sd \leq 2$	$2 \leq \chi^2/sd \leq 5$	1.68	Mükemmel
AGFI	$.90 \leq AGFI \leq 1.00$	$.85 \leq AGFI \leq .90$	0.92	Mükemmel
GFI	$.95 \leq GFI \leq 1.00$	$.90 \leq GFI \leq .95$	0.90	Kabul edilebilir
CFI	$.95 \leq CFI \leq 1.00$	$.90 \leq CFI \leq .95$	0.91	Kabul edilebilir
NFI	$.95 \leq NFI \leq 1.00$	$.90 \leq NFI \leq .95$	0.94	Kabul edilebilir
NNFI	$.95 \leq NNFI \leq 1.00$	$.90 \leq NNFI \leq .95$	0.93	Kabul edilebilir
RMSEA	$.00 \leq RMSEA \leq .05$	$.05 \leq RMSEA \leq 1$	0.052	Kabul edilebilir
SRMR	$.00 \leq SRMR \leq .05$	$.05 \leq SRMR \leq .10$	0.073	Kabul edilebilir

Tablo 9 incelendiğinde, doğrulayıcı faktör analizi sonucu  $\chi^2/sd$  ve AGFI değerlerinin mükemmel uyum değerine sahip olduğu görülmektedir. GFI, CFI, NFI, NNFI, RMSEA ve SRMR değerlerinin ise kabul edilebilir uyum değerine sahip olduğu görülmektedir.  $\chi^2/sd$  değeri, ki kare istatistiğinin örnek büyüklüğüne karşı hassas olmasından dolayı ki karenin yerine ölçüt olarak kullanılmaktadır (Waltz, Strickland & Lenz 2010).  $\chi^2$ ’nin serbestlik derecesine bölünmesiyle elde edilen değer iki ve altında olmalı veya kabul edilebilmesi için beş değerinden küçük olmalıdır (Hooper & Mullen,2008). Gözlenen uyum değerinin Tablo 9 incelendiğinde 1.68 olduğu görülmektedir. Bu durumda başarı testine ait  $\chi^2/sd$  değeri mükemmel uyum gösterdiği söylenebilir.

Ana kütledeki yaklaşık uyumun bir ölçüsü olan RMSEA değeri, 0 ile 1 arasında değişir (Çokluk, Şekercioğlu & Büyüköztürk, 2010; Schumacker & Lomax, 2010). Tablo 9 incelendiğinde gözlenen uyum değerinin 0.052 olduğu görülmektedir. Bu durumda teste ait RMSEA değerinin de kabul edilebilir bir uyum gösterdiği söylenebilir. Buradan hareketle teste yönelik elde edilen uyum indeksleri incelendiğinde belirlenen uyum indeksleri ile iyi bir model oluşturduğu ifade edilebilir. Aynı zamanda belirlenen faktör yapıları ile geçerli bir test olduğu söylenebilir.

### Başarı Testine Yönelik Güvenirlik Çalışması

Kullanılacak ölçek veya testin güvenilir olması oldukça önemlidir (Pallant, 2016). Buradan hareketle güvenilirlik, ölçme sonuçlarının tesadüfi hatalardan arınık olma derecesi olup, ölçme sonuçlarının tutarlı ve kararlı olması demektir (Çepni, 2012). Güvenirlik hesaplaması için birçok istatistiksel yöntem vardır. Bunlara KR 20, KR 21 ve Cronbach alfa hesaplamaları örnek verilebilir. Genel olarak yanlış yanıt için sıfır, doğru yanıt için bir değerinin kullanıldığı testlerde Cronbach alfa ve KR 20 tercih edilir (Atılğan, 2013). Cronbach alfa veya KR 20 değeri 0 ile 1 arasında değer alabilecek

olup ideal olarak 0.7'nin üzerinde olması istenir (Can, 2014; De Vellis, 2012; Gömleksiz ve Erkan, 2010). Bu çalışmada öğrencilerin başarı testinden aldıkları puanların güvenilirliğini belirlemek için KR 20 değeri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Tablo 10'da verilmiştir:

**Tablo 10. KR 20 güvenilirlik katsayısı değeri**

KR 20	KR 20 Based on Standardized Items	N
0.81	0.80	32

Tablo 10 incelendiğinde, başarı testine ait güvenilirlik katsayısının 0.81 olduğu görülmektedir. Buradan hareketle başarı testinin güvenilir olduğu sonucu yapılabilir. Ayrıca her bir sorunun ortalamasına bakıldığında ayırt ediciliği düşük çıkan soruların (Tablo 4) ortalamalarının da düşük olduğu görülmektedir. Bu bağlamda ayırt ediciliği düşük olan sorulardan 13. sorunun ortalaması 0.34, 16. sorunun ortalaması 0.28, 20. sorunun ortalaması 0.20, 22. sorunun ortalaması 0.29, 25. sorunun ortalaması 0.26 ve 27. sorunun ortalaması 0.32 olduğu görülmektedir. En yüksek ortalama ise 26. soruya ait olup 0.74'tür. Her bir sorunun güvenilirlik katsayısına etkisini gösteren değerler Tablo 11 verilmiştir:

**Tablo 11. Soruların güvenilirlik katsayısına etkisi**

Soru	KR 20 if Item Deleted	Soru	KR 20 if Item Deleted
1	0.805	17	0.800
2	0.804	18	0.805
3	0.805	19	0.801
4	0.809	20	0.815
5	0.805	21	0.804
6	0.800	22	0.812
7	0.810	23	0.801
8	0.808	24	0.802
9	0.806	25	0.810
10	0.804	26	0.802
11	0.802	27	0.812
12	0.806	28	0.801
13	0.812	29	0.800
14	0.806	30	0.809
15	0.798	31	0.801
16	0.815	32	0.805

Tablo 11'de her bir soru çıkarıldığında güvenilirlik katsayısındaki oranın ne olacağı verilmiştir. Tablo 11 incelendiğinde ayırt ediciliği düşük çıkan sorular testten çıkarıldığında testin güvenilirlik katsayısı değerinin yükseldiği görülmektedir. Örneğin, ayırt ediciliği düşük çıkan 13. soru testten çıkarıldığında güvenilirlik katsayısının 0.812 olmaktadır. Bununla birlikte ayırt ediciliği düşük olan sorular çıkarılıp güvenilirlik katsayısı tekrar hesaplandığında 0.82 değeri elde edilmektedir. Tüm bu değerlendirmeler ışığında, geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarıyla birlikte madde döngüleri ve çevre sorunlarına yönelik bir başarı testi geliştirilmiştir.

## 4. Sonuç ve Tartışma

Çalışmanın amacı, madde döngüleri ve çevre sorunları konusunda geçerliği ve güvenilirliği sağlanmış bir başarı testi hazırlamaktır. Bu bakımdan oluşturulan başarı testine yönelik gerekli geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Buradan hareketle bir dizi adımlar izlenerek çalışma yürütülmüştür. Bu süreçte öncelikle çalışmanın amacı belirlenmiştir. Daha sonra kapsam geçerliğine yönelik kazanımlar ve bu kazanımlara ait sorular belirlenmiştir. Fen eğitiminde uzman bir kişiden devamlı dönütler alınarak teste uygulama öncesi son hali verilmeye çalışılmıştır. Bu süreçte kazanımlar, kazanıma yönelik sorular, belirtke tablosu ve rubrik uygun bir şekilde hazırlanmaya çalışılmıştır. Ölçüt geçerliği kapsamında, yapılan çalışmaya uygun ölçüt başarı testi belirlenmiştir (Serttürk, 2008). Bu iki test katılımcılara uygulandıktan sonra iki test arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Bunun için de pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Bu katsayı .79 olarak bulunmuştur. Buradan hareketle ölçüt geçerliğinin sağlandığı söylenebilir. Tüm

bu süreçler düşünüldüğünde bir çok çalışmada (Evrekli, İnel, Balım & Kesercioğlu, 2009; Gönen ve diğer., 2011; Kılıç & Sağlam, 2009; Kingır, 2011; Şen & Eryılmaz, 2011; Tekbıyık & Akdeniz, 2010) ifade edilen süreçlerin kullanıldığı görülmüştür. Dolayısıyla yapılan çalışmalarla bu çalışmadaki test geliştirme süreçleri paralellik göstermektedir.

Maddeler için güçlük ve ayırt edicilik indeksleri hesaplandığında, 13, 16, 20, 22, 25 ve 27. soruların güçlük indekslerinin ve ayırt edicilik indekslerinin düşük olduğu görülmüştür (Tablo 3, Tablo 4). Ancak her bir soru için t testi yürütüldüğünde sadece 13. ve 27. sorular için grupların puanlarında anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda bu soruların testten çıkarıldığında testin güvenilirliğinin arttığı görülmüştür (Tablo 11). Bu bakımdan bu soruların testten çıkarılmasına karar verilmiştir. Bu soruların testte kalıp kalmamasına yönelik yapılan istatistiksel işlemlerin bazı çalışmalarda da (Çalık & Ayas, 2003; Hazır Bıkmaz, 2002; Taşdemir, 2004) yürütüldüğü görülmüştür. Örneğin Hazır Bıkmaz (2002), fene yönelik öz yeterlilik ölçeği geliştirmişlerdir. Çalışmayı yürütürken bazı soruların ayırt ediciliğinin düşük ve testten çıkarıldığında güvenilirlik katsayısının yükseldiğini ifade etmişlerdir. Buradan hareketle bu durumda olan soruların çıkarılmasına karar vermişlerdir. Dolayısıyla 13. ve 27. soruların testten çıkarılmasına yönelik verdiğimiz karar bu çalışmayla paralellik göstermektedir.

Bu çalışmada yapı geçerliğini sağlamak amacıyla AFA ve DFA yapılmıştır. Açıklayıcı faktör analizi sonucu testin altı faktörlü olmasına karar verilmiştir. Bunu doğrulamak için DFA yürütülmüştür. Belirlenen uyum indeksleriyle belirlenen uyum indekslerinin iyi bir model oluşturduğu görülmüştür. Elde edilen sonuç Tosun, (2013) tarafından yapılan çalışmayla paralellik göstermektedir. Tosun (2013), Kimya Algı Ölçeği'nin Türkçe'ye uyarlanmasına yönelik yaptığı çalışmada açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizlerini yürütmüştür. Dolayısıyla yapı geçerliğine yönelik uygulamalar bu çalışmayla paralellik göstermektedir.

Başarı testine yönelik güvenilirlik çalışması yapılmıştır. Bu bağlamda KR 20 güvenilirlik katsayısı 0.81 olarak bulunmuştur (Tablo 10). Ayrıca her bir sorunun güvenilirlik katsayısına etkisi Tablo 11'de verilmiştir. Elde edilen güvenilirlik katsayısının 0.60 değerinden büyük olması testten alınan puanların güvenilir olduğu anlamına gelmektedir (Can, 2014). Tüm bu değerlendirmeler ışığında, madde döngüleri ve çevre sorunları konusuna yönelik geçerli ve güvenilir bir başarı testi geliştirildiği ifade edilebilir.

## 5. Öneriler

Bu araştırmada madde döngüleri ve çevre sorunları konusuna yönelik geçerli ve güvenilir başarı testi geliştirmek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda kazanımlara yönelik toplamda 32 soru belirlenmiş ve bu sorularla uygulama ve analizler yürütülmüştür. Belirlenen kazanımlara yönelik daha fazla soru ile çalışma yürütülebilir. Bu şekilde belirlenen kazanımlar daha çok karşılanış olur.

Kazanımlara yönelik sorular belirlenirken uzman kişilerden yardım alınmıştır. Bununla birlikte sorular belirlenirken öğrencilerle görüşmeler yapılabilir.

Çalışma 8. sınıfa öğrenim gören toplam 251 katılımcı ile yürütülmüştür. Bununla bağlantılı olarak katılımcı sayısı arttırılabilir. Çalışmada belirlenen kazanımlara yönelik öğrencilerin üst düzey öğrenmelerini ortaya çıkarmak adına açık uçlu sorular eklenebilir.

Çalışmada elde edilen başarı testi nicel bir çalışmada kullanılarak uygulanabilme durumu ortaya konulabilir.

## 6. Kaynakça

- Ağgül Yalçın, F.A., & Bayrakçeken, S. (2010). The effect of 5E learning model on preservice science teachers' achievement of acids-bases subject. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(2), 508-531.
- Alper, U. (2014). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre dostu davranışlarının psikolojik ve bilişsel değişkenler kullanılarak modellenmesi*. Doktora Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Atasoy, Ş. & Akdeniz, A. R. (2007). Newton'un hareket kanunları konusunda kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik bir testin geliştirilmesi ve uygulanması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 4 (1), 45-59.
- Atılğan, H. (Ed.) (2013). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme (6. Baskı)*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Berberoğlu, G. (2006). *Sınıf içi ölçme ve değerlendirme teknikleri*. Ankara: Morpa Yayıncılık.
- Boyes, E. & Stanisstreet, M. (1998). High school students' perceptions of how major global environmental effects might cause skin cancer. *Journal of Environmental Education*, 29(2), 31-36.

- Bozkurt, O. (2001). *İlköğretim öğrencilerinin (6, 7 ve 8. sınıflar) bazı çevre problemleri hakkında sahip oldukları yanlış kavramların tespiti üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Bülbül, O. (2009). *Fizik dersi optik ünitesinin bilgisayar destekli öğretiminde kullanılan animasyonların ve simülasyonların akademik başarıya ve akılda kalıcılığa etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Büyüköztürk, S., Kılıç Çakmak, E., Akgün, O. E., Karadeniz, S. & Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. 16. Baskı, Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.
- Can, A. (2014). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi (2. Baskı)*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Cömert, H. (2011). *Çevre sorunları ve etkileri konusundaki işbirlikli öğrenme etkinliklerinin öğrencilerin bilgi, tutum ve davranışlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Crocker, L. & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. USA: Holt, Rinehart and Winston, INC.
- Çalık, M. & Ayas, A. (2003). Çözümlerde kavram başarı testi hazırlama ve uygulama. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2 (14), 1-17.
- Çepni, S., Bayrakçıken, S., Yılmaz, A., Semerci, Ç., Köse, E., Sezgin, F., Demircioğlu, F. & Gündoğdu, K. (2012). *Ölçme Değerlendirme*. Pegem A yayıncılık, 5. Baskı, Editör: Emin Karip.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. & Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları*. Ankara: Pegem Akademi.
- De Vellis, R. F. (2012). *Scale development: Theory and applications* (3rd edn). Thousand Oaks, California: Sage.
- Ercan, S. (2009). *Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı 5e öğretim modelinin madde döngüleri konusunun öğretilmesine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Evrekli, E., İnel, D., Balım, A. G. & Kesercioğlu, T. (2009). Fen öğretmen adaylarına yönelik yapılandırıcı yaklaşım tutum ölçeği: geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Türk Fen Eğitim Dergisi*, 6(2),134-148.
- Fraenkel, J. K. & Wallen, N. E. (1996). *How to design and evaluate research in education* (third edition). New York: McGraw-Hill, Inc.
- Gençosman, T. (2011). *Fen ve teknoloji öğretiminde kullanılan öğrenci takımları başarı bölümleri tekniğinin öğrencilerin öz-yeterlilik, sınav kaygısı, akademik başarı ve hatırda tutma düzeylerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Gökmen, A. (2008). *Bilgisayar destekli çevre eğitiminin öğretmen adaylarının madde döngüleri konusundaki başarılarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Gülen, S. ve Demirkuş, N. (2014). "Güneş sistemi ve ötesi: Uzay bilmececi" ünitesinde, görsel materyalin öğrenci başarısına etkisi. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, XI (1), 1-19.
- Gömlüksiz, M. ve Erkan, S. (2010). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme (2. Baskı)*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Gönen, S., Kocakaya, S. ve Kocakaya, F. (2011). Dinamik konusunda geçerliliği ve güvenilirliği sağlanmış bir başarı testi geliştirme çalışması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, VIII (1), 40-57.
- Haladyna, T. M. (1997). *Writing test items to evaluate higher order thinking*, London: Allyn & Bacon.
- Hazır Bıkmaz, F., (2002). Fen eğitiminde öz-yeterlik inancı ölçeği. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*, 1(2), 197-210.
- Hooper D, Coughlan J, & Mullen MR. (2008). Structural equation modelling: guidelines for determining model fit. *Electronic Journal of Business Research Methods*; 6(1), 53-60.
- Kaptan, F. (1999). *Fen Bilgisi Öğretimi*. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Karip, E. (Ed.) (2012). *Ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi (5. Baskı).
- Kılıç, D. & Sağlam N. (2009). Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Ege Eğitim Dergisi*, 10(2), 23-38.

- Kılınç, A., Stanisstreet, M. & Boyes, E. (2008). Turkish students' ideas about global warming. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(2), 89-98.
- Kingır, S. (2011). *Using the science writing heuristic approach to promote student understanding in chemical changes and mixtures*. Doktora tezi, ODTÜ, Ankara.
- Kışlaloğlu, M. & Berkes, F. (2007). *Çevre ve Ekoloji*, Remzi Kitabevi, İstanbul, 978-975-14-0163-2.
- Küçükahmet, L. (2002). *Öğretimde planlama ve değerlendirme (13. Baskı)*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Österlind, K. (2005). Concept formation in environmental education: 14-year olds' work on the intensified greenhouse effect and the depletion of the ozone layer. *International Journal of Science Education*, 27(8), 891- 908.
- Özel, U. (2004). *Öğrencilerin çevre ile ilgili kavramları algılamaları, yanlış kavramaları ve nedenleri*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Pallant J. (2016). *SPSS kullanma kılavuzu SPSS ile adım adım veri analizi*. (S.Balcı ve B.Ahi, Çeviri). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Polat, G. (2012). *Ortaöğretim 9. Sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi ve sonrası çevre sorunu ve ekolojik ayak izi anahtar kavramları ile ilgili bilişsel yapılarının ortaya konması*. Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Schumacker RE. & Lomax RG. (2004). *A beginner's guide to structural equation modeling*. New Jersey: Taylor & Francis; p.1-8.
- Seçer, İ. (2013). *SPSS ve LISREL ile pratik veri analizi: Analiz ve raporlaştırma*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Serttürk, M. (2008). *Fen öğretiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımının ilköğretim 7. Sınıf öğrencilerinin fen başarıları ve tutumuna etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Şen, H. C. & Eryılmaz, A. (2011). Bir başarı testi geliştirme çalışması: Basit elektrik devreleri başarı testi geçerlik ve güvenilirlik araştırması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, VIII (I), 1-39.
- Şenlen Enis, M. (2015). *Bilgisayar destekli öğretimin orta öğretim öğrencilerinin madde döngüleri ve enerji dönüşümleri ünitesindeki başarılarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Şimşek ÖF. (2007). *Yapısal Eşitlik Modellemesine Giriş, Temel İlkeler ve LISREL Uygulamaları*. Ankara: Ekinoks; p.4-22.
- Tabachnick, B.G. & Fidell, L. S. (2013). *Using Multivariate statistics* (Sixth edition). New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Taşdemir, A. (2004). *Fen bilgisi öğretmenliği kimya laboratuvarı dersinde çözeltiler konusunun öğrenilmesinde işbirlikli öğrenme yönteminin etkileri*. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi.
- Tekbıyık, A. & Akdeniz, A.R. (2010). Ortaöğretim öğrencilerine yönelik güncel fizik tutum ölçeği: Geliştirilmesi, geçerlik ve güvenilirliği. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(4), 134-144.
- Tekin, H. (2004). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Yargı Yayınevi.
- Tekin, H. (2010). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme (20. Baskı)*. Ankara: Yargı Yayınevi.
- Tosun, C. (2013). Adaptation of chemistry perception questionnaire into turkish: a validity and reliability study with exploratory and confirmatory factor analysis. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 7(1), 142-165.
- Tuncay, B. (2010). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının yerel ve genel çevre sorunlarına karşı sergiledikleri etik usulama örüntüleri*. Yüksek Lisans Tezi, İlköğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü.
- Turgut, M.F. & Baykul Y. (2012). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi
- Uğulu, İ.(2011). *Yeniden kazanım eğitiminin (recycling education) ortaöğretim öğrencilerinin bilgi, tutum ve davranışı üzerine etkileri*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Yalçın, F. (2010). *İlköğretim öğrencilerinin küresel ısınma ve sera etkisi konularındaki bilgi düzeylerinin ve yanlış kavramalarının belirlenmesi üzerine bir çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Yücebılgili, Ö. (2010). *Ortaöğretim coğrafya dersinde aktif öğretimin öğrenci başarısına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Zeleny, L. C. & Schultz, W. (2000). Promoting Environmentalism, *Journal of Social Issues*, 56 (3), 365-371.