

Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme Becerilerinin Ölçülmesi

Assesment of The Skills of Controlling Variables

Burak Kağan TEMİZ

Niğde Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği A.B.D. Niğde-TÜRKİYE

Mustafa TAN

Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, O.F.M.A. Bölümü Fizik Öğretmenliği A.B.D. Ankara-TÜRKİYE

ÖZET

Bu araştırma, lise 1. sınıf öğrencilerinin değişkenleri değiştirme ve kontrol etme becerilerini ölçmede kullanılacak bir ölçme aracı geliştirmek amacıyla yapılmıştır. Geliştirilen Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme Beceri Testi (DDKBT), iki bölümden oluşmaktadır. Açık uçlu maddelerden oluşan birinci bölümde öğrencilerden; verilen hipotezleri sınamak için deney tasarımları istenilmiştir. Çoktan seçmeli maddelerden oluşan ikinci bölümde ise öğrencilerden; verilen hipotezleri test etmek için en uygun deney tasarımlarını bulmaları istenilmiştir. Öğrenci cevapları, geliştirilen cevap anahtarı ve analitik kriter ölçeği ile değerlendirilmiştir. Geliştirilen ölçeğin, geçerliğine ilişkin kapsam, yapı ve ölçüt geçerliği çalışmaları yapılmıştır. Ölçüt geçerliği çalışmasında, DDKBT'nin The Test of Integrated Science Process Skills-II (TIPS-II) ile korelasyonu 0,931 olarak hesaplanmıştır. Yapı geçerliği çalışmasında ise faktör analizi sonuçlarına göre, DDKBT'nin toplam varyansın yaklaşık %72'sini açıklayabilen tek alt boyutlu yapıda olduğu görülmüştür. Testin Güvenirliliğe ilişkin olarak iç tutarlık, istikrarlılık ve hakemler arası uyuşma analizleri yapılmıştır. İç tutarlık Kuder-Richardson-20 (KR-20) katsayısının 0,923 hesaplanması ile sınanmıştır. İstikrarlılık analizinde test tekrar test tekniği ile ön ve son test arasındaki korelasyon 0,823 olarak bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda, lise düzeyinde öğrencilerin değişkenleri değiştirme ve kontrol etme becerilerini ölçmede kullanılacak geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirilmiştir. DDKBT'nin lise öğrencileri ile yapılacak araştırmalarda ve laboratuvar etkinliklerinde kullanılabileceği öngörülmektedir. Öğrencilerin değişkenleri değiştirme ve kontrol etme test puanları, yapılacak deneylerin hangi laboratuvar yaklaşımına göre yürütülmesi gerektiğine karar vermede de kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme Becerisi, Deney Tasarlama Becerisi, Bilimsel Süreç Becerileri, Fizik Eğitimi.

ABSTRACT

The aim of this study is to develop an assessment tool in order to measure the student skills of controlling variables. The target students attend to high school first class. Developed skill test, namely Skill Test Of Controlling Variables consists of two parts. In the first part which includes the open-ended items, the students are asked to design an experiment to test their hypotheses. In the second part which includes the multiple-chosen items, the students are asked to find the most convenient experimental design in order to test given hypotheses. Responses of students are assessed by means of a developed answer key and an analytic criteria scale. Some studies on the validities of content and construction as well as criterion-related validity are carried out. In the study of criterion-related validity, the correlation between DDKBT and the Test of Integrated Science Process Skills-II (TIPS-II) has been found to be 0,931. In the construction validity study, the total variance of DDKBT is observed to be a single sub-dimensional structure with nearly 72% according to the factor analysis. In the case of test reliability, test-retest, inter-rater and interior consistency analyses are realized. Internal consistency has also been tested via the calculation of Kuder-Richardson-20 (KR-20) coefficient as 0,923. In the consistency analyses, the correlation between the pre- and post-test has been found to be 0,823 by using the test-retest technique. At the end of study, a reliable and valid assessment tool is developed in order to use to evaluate the students' skills on controlling and changing variables at high school level. As a conclude, it is estimated that DDKBT should be used in the surveys and laboratories with the high school students. Student test points for "Changing variables and Controlling Variables" can be used in order to decide on which laboratory approach can be carried out in the planned experiments.

Key words: Skill of Controlling Variables, Experiment Design Skills, Science Process Skills, Physics Education.

1. Giriş

Deney yapma bir hipotezi sınamaya yönelik olarak değişkenleri değiştirme ve kontrol etme sürecidir. Bir deney tasarımı, hipotezle ilgili olan değişkenlerin dışındaki tüm değişkenleri sabit tutup, bağımsız değişkeni değiştirmek suretiyle bağımlı değişken üzerindeki etkiyi araştırmayı içermelidir. Değişkenleri kontrol etme süreci, bir araştırmadaki koşulları yönetmek demektir. Abruscato'ya (2000) göre bir araştırmada, değişkenler tanımlandığı ve dikkatle kontrol edildiği ölçüde en iyi sonuçlara ulaşılır.

Rezba ve arkadaşlarına (1995) göre, olaylardaki sebep-sonuç ilişkilerini bulabilmek için araştırma yapılır. Araştırmada bir faktör kasıtlı olarak değiştirilir ve bunun sonucunda bir diğer değişkende değişme olur. Değişkenleri değiştirme ve kontrol etmede strateji, bir değişkeni (değiştirilen değişken) değiştirmek ve diğer değişkende (cevap veren değişken) buna bağlı değişimleri incelemektir. Aynı zamanda diğer birçok değişken (kontrol edilen değişkenler) de tanımlanmalı ve sabit tutulmalıdır. Bunun yapılmasının nedeni diğer değişkenlerin sonucu etkileyebilme olasılıklarıdır.

Deneysel bir araştırmada deney ve kontrol durumlarındaki tüm Őartların değiştirilen tek bir değişken hariç, tam olarak aynı tutulmasına tarafsız test (fair test) denir. Tarafsız test tekniğinde öğrenciler, amaca uygun değişkenleri tanımlamalı, hipotez kurmalı, kontrollü deney tasarlamalı ve verileri yorumlamalıdır. Hughes ve Wade'e (1993) göre, çocuklar değişkenleri kontrol etmede zorluk çekerler, öğrenciler 13-15 yaşına kadar bile iki ya da daha fazla değişkeni aynı anda değiştirmede bir sakınca görmezler. Bu yüzden tarafsız test (fair test) deneyi fikrinin geliştirilmesine okullarda erkenden başlanması gerekir. Carin ve Bass'a (2001) göre, ilkokul ve ortaokul öğrencileri ile yapılan değişkenlerin kontrol edildiği araştırmalarda, öğrencilerin tarafsız test deney tekniğini öğrendiklerinde yapılan araştırmayı daha iyi anladıkları görünmektedir.

Gabel'e (1993) göre, bilimde deney yapmak için yani hipotezleri test etmek için veya çıkarımları teyit etmek için, bilim adamı deneyinin sonuçlarını etkileyebilecek tüm değişkenleri kontrol etmelidir. Bilim adamı değişkenleri kontrol etmeden önce bağımlı ve bağımsız değişkenleri belirlemelidir. Yani bu süreç, değişkenleri belirleme sürecine bağlıdır.

Literatür incelendiğinde, 1960'lardan günümüze çeşitli araştırmacılarca geliştirilmiş, bilimsel süreç becerilerini ölçmeye yönelik pek çok test olduğu görülmektedir. Bu testler incelendiğinde; temel bilimsel süreç becerilerini, bütünleyici bilimsel süreç becerilerini veya bilimsel süreç becerilerinin tümünü ilkokul, ortaokul, lise veya üniversite seviyelerinde ölçmek üzere çeşitli soru formatlarında geliştirilmiş oldukları görülmektedir. Bu testler Tablo 1'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde sadece değişkenleri değiştirme ve kontrol etme becerisinin ölçülmesine yönelik olarak geliştirilmiş bir testin literatürde bulunmadığı görülmektedir.

Tablo 1. Literatürde Bilimsel Süreç Becerileri Ölçme Araçları

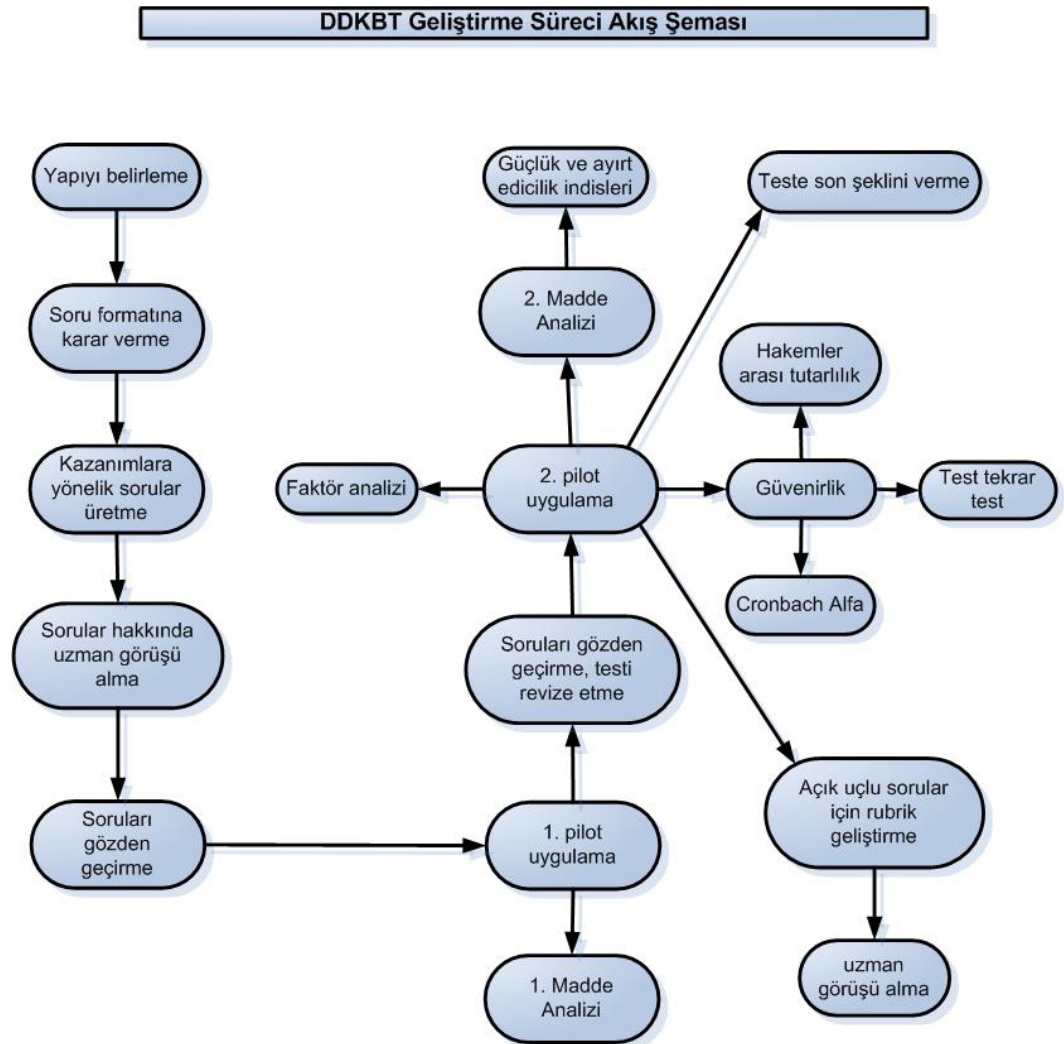
Geliştiren(ler)	Yayın Yılı	Testin adı
Walbesser	1965	The Science Process Instrument
Tannenbaum	1968	Test of Science Processes
Riley	1972	The Test of Science Inquiry Skills (TSIS)
Ludeman	1974	The Science Process Test (TSPT)
McLeod, Berkheimer, Fyffe & Robison	1975	A Group Test of Four Processes
Molitor & Kenneth	1976	The Science Process Test (SPST)
Dillashaw & Okey	1980	Test of Integrated Process Skills (TIPS)
Tobin & Capie	1982	Test of Integrated Process Skills (TIPS)
Shaw	1983	Objective Referenced Evaluation in Science
Burns, Okey & Wise	1985	Test of Integrated Process Skills II (TIPSII)
Mckenzie ve Padilla	1986	The Test of Graphing in Science (TOGS)
Smith & Welliver	1986	Science Process Assessments for Elementary School Students
Adam ve Shrum	1990	Individualized Test of Graphing in Science (I-TOGS)
Smith & Welliver	1995	Science Process Assessments for Middle School Students
Germann ve Odom	1996	Science Process Skills Inventory (SPSI)
Solano-Flores	2000	The “Bubbles” Task
Beaumont-Walters & Soyibo	2001	Test of Integrated Science Process Skills TISPS
Temiz, Taşar ve Tan	2001	Bilimsel Süreç Beceri Testi
Ateş	2005	Değişkenleri Belirleme-Kontrol Etme Yetenek Testi

2. Amaç

Bu araştırma, lise 1. sınıf öğrencilerinin değişkenleri değiştirme ve kontrol etme becerilerinin ölçülmesinde kullanılacak geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirme amacıyla yapılmıştır. Geliştirilen ölçme aracıyla öğrencilerin “verilen bir hipotezi test etmek için en uygun deney tasarımını bulma” ve “verilen bir hipotezi test etmek için bir araştırma tasarlama” becerilerini ölçmek hedeflenmiştir. Ölçüm sonuçlarının, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme sürecinde öğrencileri değerlendirmede kullanılacağı öngörülmektedir.

3. Yöntem

Bu çalışmada lise 1. sınıf öğrencilerinin değişkenleri değiştirme ve kontrol etme becerilerini ölçme amacıyla geliştirilen testin adı, Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme Beceri Testi (DDKBT) olarak belirlenmiştir. DDKBT geliştirilme sürecinde, Şekil 1'de sunulan işlem basamakları takip edilmiştir.



Şekil 1. Test Geliştirme Süreci Akış Şeması

Test geliştirme sürecinin ilk adımı olan yapıyı belirleme aşamasında, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme becerisi gelişmiş bir öğrenciden beklenenler, bilimsel süreç becerileriyle ilgili kaynaklardan ve çeşitli ülkelerin fen müfredat standartlarından yararlanılarak çıkarılmıştır. Buna göre, DDKBT’de ölçülecek kazanımlar; “Verilen bir hipotezi test etmek için en uygun deney tasarımını bulur” ve “Verilen bir hipotezi test etmek için araştırma tasarımlar” olarak belirlenmiştir.

İkinci adımda ise belirlenen kazanımlara yönelik maddeler üretilmiştir. Geliştirilen test için iki tip madde hazırlanmıştır. Açık uçlu formatta hazırlanan birinci grup sorularda, öğrencilerden verilen hipotezleri sınamaya yönelik deneyler tasarlamalarını ve tasarladıkları deneyleri ayrılan alanlara yazmaları istenilmiştir. Çoktan seçmeli formatta hazırlanan ikinci grup sorularda ise, öğrencilerden verilen hipotezleri test etmek için en uygun deney tasarımlarını çeldiriciler arasından seçip işaretlemesi istenilmiştir. DDKBT’nin birinci versiyonu 25 maddeden oluşmaktadır. Bunların 15’i açık uçlu, 10’u da çoktan seçmeli formatta geliştirilmiştir.

Üçüncü aşamada DDKBT’nin birinci versiyonu hakkında uzman görüşü alınmış, öneriler doğrultusunda test tekrar gözden geçirilmiş ve pilot uygulamalara hazır hale getirilmiştir.

Dördüncü aşamada, DDKBT’nin birinci versiyonu ile ilk pilot uygulama yapılmıştır. Birinci pilot uygulama 2005 yılının nisan ve mayıs ayları içinde, Ankara Aydınliktevr Lisesi ve Esenevler Lisesinin, 1. sınıflarında öğrenim gören toplam 63 öğrenci ile yapılmıştır. Bu pilot uygulama, test için verilen cevaplama zamanlarının yeterliğine karar vermek, test kitapçığında yer alan uygulama yönergelerini düzenlemek, testin okunabilirliğini uygulama sırasında görmek, anlaşılması güç terimleri ayıklamak, öğrenci düzeyine uygun olmayan maddeleri açığa çıkarmak amacıyla yapılmıştır.

Birinci pilot uygulama sonrasında; test planı gözden geçirilmiş, uygulama süresi dikkate alınarak soru formatlarında ve içeriklerinde düzenlemeler yapılmıştır. Açık uçlu madde sayısı azaltılmış, çoktan seçmeli madde sayısı ise artırılmıştır. Çoktan seçmeli maddeler için ilk madde analizi yapılmış, çeldiriciler gözden geçirilmiş ve düzenlenmiştir.

Anlaşılmayan, açık olmayan sorular yeniden düzenlenmiştir. Birinci pilot uygulamanın sonunda test üzerinde yeni düzenlemeler yapılmış ve ikinci versiyon elde edilmiştir. DDKBT'nin ikinci versiyonu 30 maddeden oluşmaktadır. Bunların ilk 5'i açık uçlu, son 25'i de çoktan seçmeli formatta geliştirilmiştir.

İkinci pilot uygulama öncesinde ikinci versiyon test kitapçıkları çoğaltılıp, 1 fizik öğretmeni ve 7 akademisyene verilmiştir. Uzmanlar test hakkındaki görüşlerini; testi okuyup kitapçıklar üzerine notlar alarak, test kitapçığının sonunda yer alan anket formunu doldurarak veya yapılan görüşmelerde sözlü olarak belirtmişlerdir.

Beşinci aşamada, DDKBT'nin yeni formuyla ikinci pilot uygulama yapılmıştır. İkinci pilot uygulama 2006 yılının şubat, mart, nisan ve mayıs ayları içinde yapılmıştır. İkinci pilot uygulamaya Ankara, Aydınlikevler, Esenevler, İnönü, Gazi Çiftlik, Gazi Anadolu ve Ege Liselerinin 1. sınıflarında öğrenim gören toplam 348 öğrenci katılmıştır.

Altıncı aşamada, ikinci pilot uygulama sonrasında toplanan veriler kullanılarak geçerlik, güvenilirlik ve madde analizi çalışmaları yapılmış, açık uçlu sorular için kriter ölçeği geliştirilmiştir.

Son aşamada ise DDKBT nihai formatında uygulama hazır geçerli ve güvenilir bir test olarak yayımlanmıştır.

4. Bulgular ve Yorum

Bu bölümde, DDKBT'nin geçerlik, güvenilirlik ve madde analizi çalışmalarında elde edilen bulgular sunulmuştur. Sunulan bulgular ikinci pilot uygulamadan elde edilmiştir. Testin birinci versiyonundan elde edilen bulgular ve ilk istatistikler bu çalışmada sunulmamıştır.

4.1. DDKBT'nin Geçerliğine İlişkin Çalışmalar

DDKBT'nin geçerliğine ilişkin görünüş, kapsam, yapı ve ölçüt geçerliği çalışmaları yapılmıştır.

Görünüş ve Kapsam Geçerliği: Testin görünüş ve kapsam geçerliğini sağlamak amacıyla uzman görüşü alınmıştır. Testin hem birinci taslak formu hem de ikinci taslak formu 1 fizik öğretmeni ve 7 akademisyen tarafından gözden geçirilmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda yeniden düzenlenen taslak formlar pilot uygulamalara hazır hale getirilmiştir.

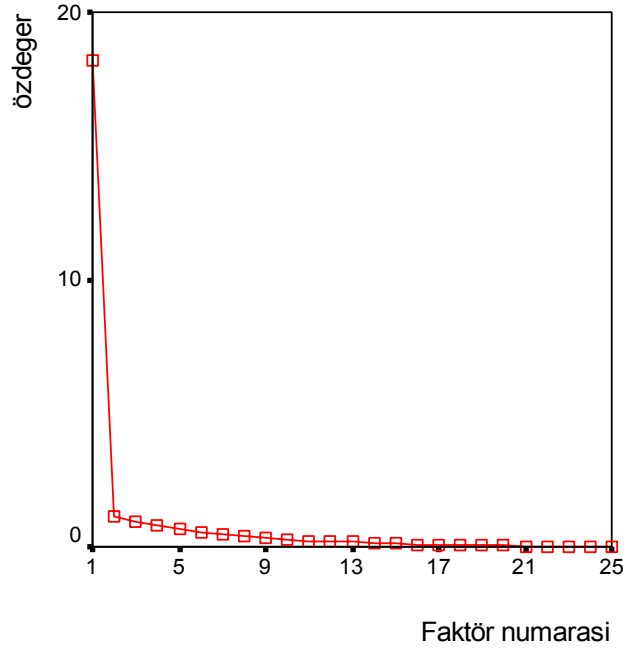
Yapı Geçerliği: Testin yapı geçerliğine kanıt toplamak amacıyla faktör analizi yapılmıştır. Faktör analizi, testin çoktan seçmeli sorulardan oluşan kısmı için, ikinci pilot uygulamadan elde edilen verilerle yapılmıştır. Testin çoktan seçmeli sorulardan oluşan bölümü; değişkenleri değiştirme ve kontrol etme becerisini tek alt boyutta ölçecek şekilde tasarlanmıştır. Bu alt boyut “Verilen bir hipotezi test etmek için en uygun deney tasarımını bulur” şeklinde tanımlanmıştır.

Bu yapının faktör analizi yapılarak doğrulanması amaçlanmıştır. Faktör analizi için, testin uygulandığı 348 kişilik örneklemden, homojen en büyük kitle olan Esenevler Anadolu Lisesi'nin altı sınıfından toplam 160 öğrencinin test puanları kullanılmıştır. Bu verilerin faktör analizi için uygun olup olmadığını analiz etmek için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) örneklem yeterliği ölçütü ve Barlett testi uygulanmıştır. Bu analizlerin sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. KMO ve Barlett Testi Sonuçları

Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Ölçüm Yeterliği		0,780
Bartlett Testi	Yaklaşık Ki-Kare Değeri	6357,302
	s.d.	300
	p	0,000

Faktör sayısını belirleme amacıyla yamaç-birikinti grafiği (faktör analizi çizgi grafiği) çizilmiştir. Şekil 2'de verilen grafiğe göre birinci faktörde keskin bir düşüş gözlenmektedir. Bu durum testin tek faktörlü olabileceğini göstermektedir.



Şekil 2. Faktör Analizi Çizgi Grafiği

Yapılan temel bileşenler analizi ve Varimax rotasyonu, soruların tek bir faktörde toplandığını göstermektedir. Faktör analizinin yapıldığı örneklem için güvenilirlik katsayısı ise 0,984 (Cronbach Alfa) olarak hesaplanmıştır. Bu analizlerin sonuçları Tablo 3'de özetlenmiştir.

Tablo 3. Faktör Analizi Sonuçları

Madde No	Faktör 1
9	0,970
25	0,953
20	0,946
14	0,946
8	0,921
6	0,906
27	0,906
17	0,905
11	0,905
15	0,871
21	0,868
12	0,868
16	0,865
23	0,834
18	0,834
30	0,831
7	0,830
29	0,824
10	0,823
13	0,816
26	0,802
28	0,788
24	0,751
22	0,721
19	0,502
Özdeğer	18,176
Açıklanan Varyans %	72,703
Cronbach Alfa	0,984

Tablo 3’de de görüldüğü gibi yapılan faktör analizi testte öngörülen tek faktörlü yapıyı doğrulamaktadır. Tek faktörde toplanan tüm maddeler değişkenleri değiştirme ve kontrol etme becerisini ölçmeyi hedeflemektedir. Bu faktör toplam varyansın yaklaşık %72’sini açıklayabilmektedir.

Ölçüt (Kriter) Geçerliliği: Kriter geçerliliği, geliştirilen test veya ölçek ile elde edilen sonuçların standart olarak tespit edilen bir ölçüm kriterine ait puanlarla karşılaştırılması ve bu karşılaştırma sonucunda elde edilen korelasyon katsayısının yüksek çıkmasıdır. Kriter geçerliliğinde, geliştirilen ölçek veya test sonuçlarıyla karşılaştırma yapmak için daha önceden geçerlilik ve güvenilirlik analizi yapılmış standart bir ölçek veya birden fazla ölçüt temel alınır. Yapılan literatür taramasının sonuçları göstermiştir ki ülkemizde, bu amaçla kullanılacak (bilimsel süreç becerilerini ölçme amacıyla geliştirilen) özgün bir test bulunmamaktadır. Ülkemizde bilimsel süreç becerileri ile ilgili yapılan ölçümlerin çoğu, orijinali James R. Okey, Kevin C. Wise ve Joseph C. Burns (1985) tarafından geliştirilmiş; The Test of Integrated Science Process Skills-II (TIPS-II) kullanılarak yapılmaktadır. Testin Türkçe'ye çevrili ve uyarlaması İlker Özkan, Petek Aşkar ve Ömer Geban tarafından yapılmıştır. TIPS-II; değişkenleri tanımlayabilme, hipotez kurma, işlemsel açıklamalar getirebilme, araştırmayı tasarlama, grafik çizme ve grafik yorumlayabilme becerilerini ölçen sorular içermektedir. TIPS-II'nin araştırma tasarlama ile ilgili maddeleri, DDKBT'nin ölçüt geçerliliğini araştırmada kullanılacak mevcut en uygun paralel form olduğunu göstermektedir. DDKBT'nin kriter geçerliliğini araştırma amacıyla, öncelikle TIPS-II'de yer alan sorular ölçtükları becerilere göre sınıflandırılmıştır. Daha sonra TIPS-II'deki "verilen bir hipotezi test etmek için en uygun deney tasarımını bulma becerisini ölçen sorular" DDKBT'nin sonuna eklenmiş ve ikinci pilot uygulamada iki grup soru birlikte uygulanmıştır.

Okul türüne bakılmaksızın hem TIPS-II hem de DDKBT sorularını cevaplayan öğrencilerin puanları arasındaki ilişki Pearson Korelasyon katsayılarının hesaplanması ile araştırılmış ve bulgular Tablo 4'de özetlenilmiştir.

Tablo 4. TIPS-II ve DDKBT Puanları Arasındaki Korelasyon

Test	Soru Sayısı	N	\bar{x}	s	Korelasyon
DDKBT	25	199	71,055	26,349	0,931
TIPS-II	3		73,873	30,129	

Tablo 4'de sunulan korelasyon katsayısı, DDKBT'nin kriter geçerliliğine kanıt olabilecek yüksek bir ilişki göstermektedir.

4.2. DDKBT'nin Güvenirliğine İlişkin Çalışmalar

Bu bölümde DDKBT'nin çoktan seçmeli sorulardan oluşan kısmı için yapılan iç tutarlık ve istikrarlılık analizleri ile açık uçlu sorulardan oluşan kısmını için yapılan hakemler arası uyuşma testi çalışmalarından elde edilen bulgular sunulmuştur.

DDKBT'nin güvenilirlik analizleri çerçevesinde öncelikle iç tutarlık analizleri yapılmıştır. Çoktan seçmeli sorulardan oluşan kısmın iç tutarlık analizi Kuder-Richardson-20 (KR-20) katsayısının hesaplanmasıyla yapılmıştır. Bu hesaplama için öncelikle öğrenci cevapları doğrular için "1", yanlışlar için ise "0" kodu ile kodlanmıştır. Bu veriler Excel programı yardımıyla işlenmiş, KR-20 katsayısı testin birinci versiyonu için 0.832, ikinci versiyonu için ise 0.923 olarak hesaplanmıştır.

DDKBT'nin güvenilirliği test tekrar test tekniği ile de sınanmıştır. Buna göre, testin ikinci versiyonu Ege lisesinde, aynı öğrencilere yaklaşık 2'şer ay aralıkla tekrar uygulanmıştır. Uygulama sonrası aynı öğrencilerin ön test ve son test puanları Pearson korelasyon katsayısı hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonuçları Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 5. Test Tekrar Test Analizi sonuçları

Uygulama	N	\bar{x}	s	Korelasyon
Ön test	36	11,528	6,905	0,823
Son test		13,361	7,403	

Tablodaki veriler, ön test ve son test puanları arasında yüksek korelasyon olduğunu göstermektedir. Test tekrar test çalışmasında, DDKBT'nin istikrarlılığının yüksek olduğu sonucu çıkarılabilir.

Hakemler arası tutarlık: DDKBT'nin açık uçlu sorularını değerlendirmek için ekte verilen Deney Tasarımı Değerlendirme Analitik Kriter Ölçeği geliştirilmiştir. Geliştirilen kriter ölçeğinin güvenilirliği, hakemler arası tutarlık metodu ile sınanmıştır. Buna göre öğrenci cevapları, birbirinden bağımsız üçer hakem tarafından değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler için ikinci pilot uygulama sonrası testin

tamamını cevaplayan öğrencilerden 20'si rastgele seçilmiştir. Seçilen öğrencilerin kağıtları üçer hakem tarafından kriter ölçekleri kullanılarak puanlanmıştır. Hakemlerin aynı öğrencilerin aynı maddelerine verdikleri puanlar, Kappa testi yapılarak karşılaştırılmış ve uyuma oranları incelenmiştir. Yapılan hakemler arası tutarlık analizlerinin sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Puanlama Araçları için Hakemler Arası Tutarlıklar

Madde No	Hakemler Arasındaki Uyuşma Oranları (Kappa)		
	H ₁ - H ₂	H ₁ - H ₃	H ₂ - H ₃
1	0,863	0,744	0,732
2	0,778	0,784	0,759
3	0,739	0,904	0,704
4	0,801	0,847	0,825
5	0,868	0,852	0,812

Açık uçlu maddeler içeren bir ölçme aracı kullanmanın en zayıf yönü değerlendirmedeki subjektifliktir. Yani aynı ölçüm sonuçlarının farklı kişilerce farklı değerlendirilmesidir. Yapılan analizlerin sonuçları, DDKBT'nin açık uçlu sorularını değerlendirmek için geliştirilen puanlama aracının farklı puanlayıcılar (hakemler) tarafından yüksek uyuma oranlarıyla aynı şekilde anlaşıldığını ortaya koymaktadır. Şencan (2005)'a göre Kappa katsayısı 0,40 ile 0,75 arasında ise makul bir uyuma, 0,75'den büyük ise mükemmel bir uyuma olduğu anlamına gelir. Bu bağlamda, Tablo 5'de sunulan Kappa uyuma katsayıları, puanlama araçlarının hakemler arası tutarlılık güvenilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Ayrıca testin açık uçlu sorulardan oluşan bölümünün iç tutarlığı yazarların kriter ölçeği ile yaptığı puanlama verileri kullanılarak hesaplanmış, Cronbach Alfa katsayısı 0,802 olarak bulunmuştur.

4.3. DDKBT'nin Madde Analizi Çalışmaları

Bu bölümde DDKBT'nin çoktan seçmeli sorulardan oluşan kısmı için ikinci pilot uygulama sonrası yapılan madde analizi çalışmaları sunulacaktır. (Birinci pilot uygulama sonrasında yapılan ilk madde analizi sonuçları bu çalışmada

sunulmayacaktır.) Madde analizi çalışması kapsamında, her bir çoktan seçmeli soru için güçlük ve ayırt edicilik indisleri hesaplanmış, ayrıca alt ve üst gruplarda yer alan öğrencilerin cevaplarının çeldiricilere göre dağılımlarına bakılmıştır. Madde analizi sürecinde öncelikle öğrenci cevapları, doğrular için “1”, yanlışlar için ise “0” puan ile kodlanmış, daha sonra her bir öğrencinin başarı notu hesaplanmıştır. Başarı notları büyükten küçüğe sıralanmış, testi cevaplayan toplam öğrenci sayısının %27’si oranında üst ve alt gruplar oluşturulmuştur. Ayırt edicilik indisi, söz konusu maddeyi doğru cevaplayan üst grup öğrenci sayısı ile alt grup öğrenci sayısının farkından, güçlük indisi ise maddeyi doğru cevaplayan üst grup öğrenci sayısı ile alt grup öğrenci sayısının toplamından hareketle hesaplanmıştır.

İyi bir test maddesinde yer alan çeldiricilerin alt grupta yer alan öğrencileri kendine çekmesi, üst grupta yer alan öğrencileri ise çeldirmemesi gerekmektedir. Çeldiricilerin alt ve üst gruplara göre dağılımları da bu gereği yerine getirmek amacıyla incelenmiştir. DDKBT’nin çoktan seçmeli sorulardan oluşan kısmı için yapılan ikinci madde analizinin sonuçları Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7. Madde Analizi Sonuçları

Soru no	Grup	A	B	C	D	E	Boş	Ayırt edicilik	Güçlük
6	Üst	1	0	8	1	84	0	0,57	0,61
	Alt	6	15	22	16	30	5		
7	Üst	0	4	0	90	0	0	0,61	0,65
	Alt	23	13	11	33	9	5		
8	Üst	1	91	0	0	2	0	0,53	0,70
	Alt	21	41	9	10	9	4		
9	Üst	91	1	2	0	0	0	0,71	0,61
	Alt	24	3	57	3	6	1		
10	Üst	1	92	0	1	0	0	0,61	0,68
	Alt	12	35	6	20	16	5		
11	Üst	92	2	0	0	0	0	0,77	0,60
	Alt	20	30	8	14	19	3		
12	Üst	0	90	0	0	4	0	0,51	0,70
	Alt	9	42	13	13	12	5		

Tablo 7. Madde Analizi Sonuçları (devamı)

Soru no	Grup	A	B	C	D	E	Boş	Ayrırt edicilik	Güçlük
13	Üst	0	0	94	0	0	0	0,60	0,70
	Alt	18	5	38	6	14	13		
14	Üst	90	0	2	1	1	0	0,65	0,63
	Alt	29	11	17	15	10	12		
15	Üst	8	0	86	0	0	0	0,60	0,62
	Alt	17	13	30	12	7	15		
16	Üst	0	1	3	0	89	1	0,71	0,59
	Alt	13	12	40	5	22	2		
17	Üst	2	2	87	2	0	1	0,63	0,61
	Alt	17	21	28	14	12	2		
18	Üst	93	0	0	1	0	0	0,56	0,71
	Alt	40	10	11	17	12	4		
19	Üst	0	0	1	0	93	0	0,35	0,81
	Alt	2	14	9	5	60	4		
20	Üst	8	0	2	0	84	0	0,69	0,55
	Alt	15	10	23	20	19	7		
21	Üst	0	0	1	93	0	0	0,55	0,71
	Alt	4	16	7	41	21	5		
22	Üst	0	0	94	0	0	0	0,65	0,68
	Alt	17	14	33	8	16	6		
23	Üst	1	0	1	0	91	1	0,65	0,64
	Alt	4	21	10	19	30	10		
24	Üst	1	91	1	1	0	0	0,53	0,70
	Alt	13	41	10	6	18	6		
25	Üst	0	92	1	0	0	1	0,76	0,60
	Alt	13	21	29	10	13	8		
26	Üst	1	0	1	91	1	0	0,73	0,60
	Alt	13	8	35	22	7	9		
27	Üst	0	3	2	84	4	1	0,76	0,52
	Alt	7	14	27	13	26	7		
28	Üst	94	0	0	0	0	0	0,60	0,70
	Alt	38	10	14	10	13	9		
29	Üst	0	0	1	92	0	1	0,61	0,68
	Alt	7	14	23	35	6	9		
30	Üst	0	21	65	1	2	5	0,47	0,46
	Alt	18	23	21	12	12	8		

Tablo 7’de sunulan veriler incelendiğinde, DDKBT’nin ayırt edicilik gücü yüksek maddelerden oluştuğu görülmektedir. Testin çoktan seçmeli kısmını oluşturan bu maddelerin ortalama güçlüğü ise 0,64’tür.

5. Tartışma ve Sonuç

Toplam 411 (iki pilot uygulamaya katılan öğrenci sayısı) lise 1. sınıf öğrenci ile yapılan bu çalışmada lise seviyesinde öğrencilerin değişkenleri değiştirme ve kontrol etme becerilerini ölçmede kullanılabilecek geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirilmiştir. DDKBT geliştirme sürecinde pilot uygulamalardan elde edilen veriler; görünüş, kapsam, yapı ve ölçüt geçerliliğine ilişkin deliller toplamada; iç tutarlık, istikrarlık ve hakemler arası uyuma analizler yapmada ve madde analizi çalışmalarında kullanılmıştır.

DDKBT test kitapçığı 30 sayfa olduğu için soruların tamamını burada sunmak mümkün görünmemektedir. Örnek sorular Ek-1 ve Ek-2’de verilmiştir. DDKBT’nin final versiyonu hem açık uçlu hem de çoktan seçmeli maddeler içeren iki bölümden oluşmaktadır. Açık uçlu formattaki maddeleri içeren ilk kısım 5 sorudan oluşmaktadır. Bu bölümde öğrencilerden verilen bir hipotezi test etmeye yönelik bir deney tasarımları istenilmektedir. Bu kısma ait öğrenci cevaplarını (deney tasarımlarını) değerlendirebilmek için Ek-3’de verilen Deney Tasarımı Değerlendirme Analitik Kriter Ölçeği geliştirilmiştir. Deney tasarımları değerlendirilirken, bağımsız değişkenin nasıl değiştirileceğinden, bağımlı değişkenin nasıl (neye bakılarak) ölçüleceğinden ve tüm bunlar yapılırken sabit tutulacak değişkenlerin hangileri olduğundan bahsedilip bahsedilmediğine bakılmıştır. Kriter ölçeğinden her bir deney tasarımı için alınabilecek maksimum puan 7’dir. DDKBT eksikleri belirleme amaçlı bir değerlendirme yaklaşımıyla kullanılacaksa, öğrencilerin 0 puan aldıkları kriterler de incelenerek, gelişmemiş zayıf olan alt boyutlar ortaya çıkarılabilir. Testin çoktan seçmeli maddeler içeren ikinci kısmı 25 madde içermektedir. Bu kısım değerlendirilirken, her bir doğru cevap 1 puan, yanlış ve boş bırakılan cevaplar için ise 0 puan verilmelidir. Bu kısımdan

öğrencilerin alabileceği maksimum puan 25'tir. Bu puan aynı zamanda öğrencilerin değişken değiştirme ve kontrol etme beceri puanı olacaktır.

DDKBT lise 1. sınıf düzeyinde öğrencilerin değişkenleri değiştirme ve kontrol etme becerilerini ölçmede kullanılacak geçerli ve güvenilir bir testtir. Test, lise öğrencileri ile yapılacak araştırmalarda ve laboratuvar etkinliklerinde kullanılabilir. Öğretmenler DDKBT'ni sınıflarında uygulayarak öğrencilerinin, laboratuvar ortamında çalışmaya ve deney yapmaya hazır olup olmadıklarını saptayabilir. Öğrencilerin değişkenleri değiştirme ve kontrol etme test puanları, yapılacak deneylerin hangi laboratuvar yaklaşımına göre yürütülmesi gerektiğine karar vermede kullanılabilir. Test benzer amaçlarla fizik ve fen alan eğitimi araştırmalarında da kullanılabilir. Test benzerlerinden, tek bir bilimsel süreç becerisini ölçmek üzere geliştirilmiş olması ve çok formatlı maddeler içermesi bakımından ayrılmaktadır.

6. Kaynaklar

- Abruscato, J. (2000). *Teaching Children Science*, Needham Heights, M.A: Allyn and Bacon, 37-52.
- Ateş, S. (2005). Öğretmen Adaylarının Değişkenleri Belirleme ve Kontrol Etme Yeteneklerinin Geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Vol. 25, no. 2005-1, s. 21-39.
- Burns, J. C., Okey, J. R. & Wise, K.C. (1985). Development of an Integrated Process Skill Test: TIPS II. *Journal of Research in Science Teaching* 22 (2),169-177.
- Carin, A. A. ve Bass, J. E. (2001). *Teaching Science as Inquiry*, Upper Saddle River, New Jersey: Merrill Prentice Hall. 41-64.
- Dillashaw, F. G. & Okey, J. R. (1980). Test of the Integrated Science Process Skills for Secondary Students, *Science Education*. 64, 601-608.
- Gabel, D. L. (1993). *Introductory Science Skills*, Illinois: Waveland Press, Inc.

- Geban, Ö., Aşkar, P. ve Özkan, İ. (1992). Effects of Computer Simulated Experiments and Problem Solving Approaches on High School Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 86, 5-10.
- Germann, P. J. & Odom, L. A. (1996). Student Performance on Asking Questions, Identifying Variables, and Formulating Hypotheses. *School Science & Mathematics*. 96 (4), 192-201.
- Hughes, C. ve Wade, W. (1993). *Inspirations for Investigations in Science*. Warwickshire: Scholastic Publication. 5-53.
- Ludeman, R. R. (1975). *Development of The Science Processes Test (TSPT)*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Michigan State University, MI.
- Mckenzie, D. L. & Padilla, M. J. (1986). The Construction and Validation of Test of Graphing in Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(7), 1-9.
- Mcleod, R. J., Berkheimer, G. D., Fyffe, D. W. & Robison, R. W. (1975). The Development of Criterion-Validated Test Items for Four Integrated Science Processes. *Journal of Research in Science Teaching*, 12(3), 415-421.
- Molitor, L. L., & Kenneth, G. D. (1976). Development of a Test of Science Process Skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 13(5), 405-412.
- Rezba, R. J., Fiel, R. L. ve Funk, H. J. (1994). *Learning and Assessing Science Process Skills*. Kendall/Hunt Publishing Company.
- Riley, J. W. (1972). *The Development and Use of a Group Process Test for Selected Processes of The Science Curriculum Improvement Study*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Michigan State University, Michigan.
- Shaw, T. J. (1982). *Objective Referenced Evaluation in Science*. Manhattan, KS: Kansas State University. (ERIC Document. Reproduction Service No. ED 216-876).

- Smith, K. A., & Welliver, P. W. (1995). *Science Process Assessments for Elementary and Middle School Students*. Smith and Welliver Educational Services. <<http://www.scienceprocesstests.com>> [2004, 12.02.2004].
- Solano-Flores, G. (2000). Teaching and Assessing Science Process Skills in Physics: The Bubbles Task. *Science Activities*, 37(1), 31-37.
- Şencan, H. (2005). *Sosyal ve Davranışsal Ölçümlerde Güvenirlik ve Geçerlilik*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Tannenbaum, R. S. (1968). *The Development of the Test of Science Processes*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. New York: Teacher's College, Columbia University.
- Temiz, B. K., Taşar, M.F., & Tan, M.(2006) Development and Validation of a Multiple Format Test of Science Process Skills. *International Education Journal* 7 (7) 1007-1027.
- Temiz, B. K. (2007). *Fizik Öğretiminde Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerinin Ölçülmesi* Yayımlanmamış Doktora Tezi Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tobin, K. G. & Capie, W. (1982). Development and Validation of a Group Test of Integrated Science Processes, *Journal of Research in Science Teaching*, 19(2), 133-141.
- Walbesser, H. H. (1965). *An Evaluation Model and Its Application*. Washington, DC: The American Association for the Advancement of Science.
- Walters, Y.B. & K. Soyibo (2001). An Analysis of High School Students' Performance on Five Integrated Science Process Skills. *Research in Science & Technological Education*, 19(2), 133-145.

7. Ekler

Ek-1. Açık Uçlu Soru Örneği:

1. “Pamuk dokumalı kumaşlardan yapılan elbiseler, naylon dokumalı kumaşlardan yapılan elbiselere göre daha geç kururlar.” hipotezini test etmek için bir deney tasarlayınız. Tasarladığımız deneyin ayrıntılarını, nasıl yapacağınızı aşağıdaki boş alana yazarak açıklayınız.

2. Bir deterjanın lekeleri çıkarma gücü yıkama suyunun sıcaklığına bağlı olarak değişir.” hipotezini test etmek için bir deney tasarlayınız. Tasarladığımız deneyin ayrıntılarını, nasıl yapacağınızı aşağıdaki boş alana yazarak açıklayınız.

3. “Büyük kanatlı kağıt uçaklar, küçük kanatlı kağıt uçaklara göre daha çok havada kalırlar.” hipotezini test etmek için bir deney tasarlayınız. Tasarladığımız deneyin ayrıntılarını, nasıl yapacağınızı aşağıdaki boş alana yazarak açıklayınız.

Ek-2. Çoktan Seçmeli Soru Örnekleri

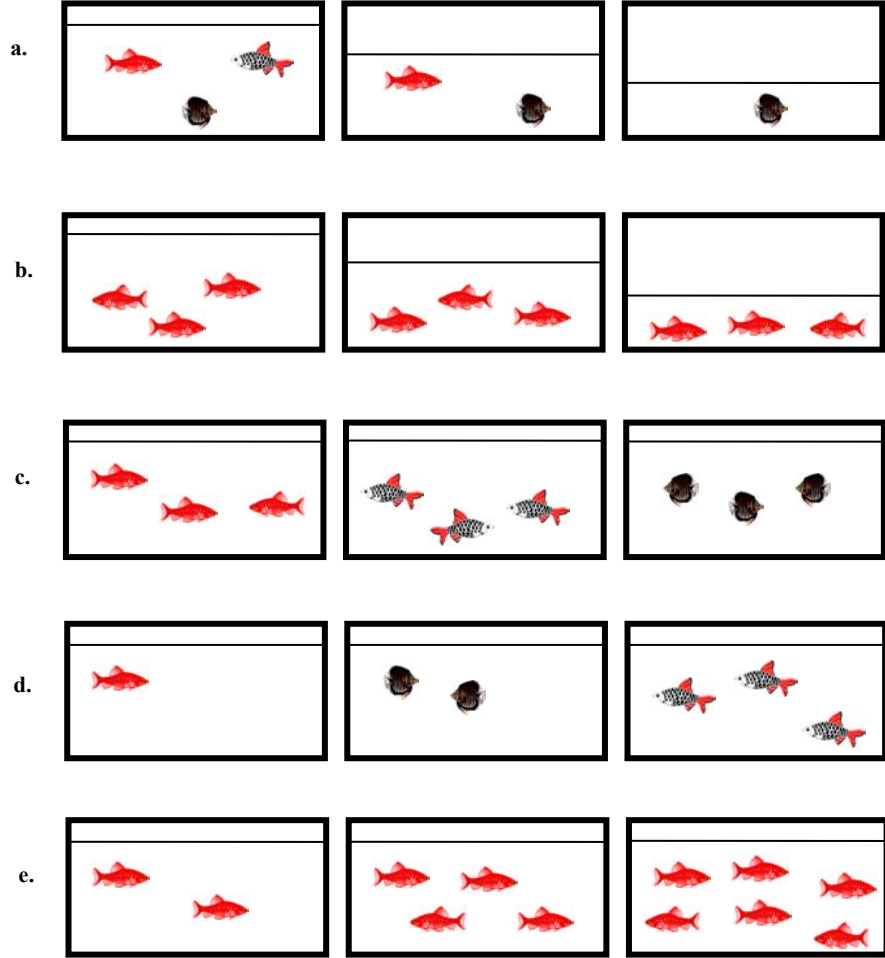
9. “Lastik bir top, tahta bir topa göre daha yükseğe zıplar.” hipotezini test etmek için aşağıda verilen deney düzeneklerinden hangisi en uygun olmalıdır?

<p>a.</p> <p>Diagram a shows a rubber ball (Lastik Top) and a wooden ball (Tahta Top) positioned above two concrete blocks (Beton).</p>	<p>b.</p> <p>Diagram b shows a rubber ball (Lastik Top) and a wooden ball (Tahta Top) positioned above a concrete block (Beton zemin) and a wooden block (Tahta zemin).</p>
<p>c.</p> <p>Diagram c shows a rubber ball (Lastik Top) and a wooden ball (Tahta Top) positioned above two concrete blocks (Beton).</p>	<p>d.</p> <p>Diagram d shows a rubber ball (Lastik Top) and a wooden ball (Tahta Top) positioned above two wooden blocks (Tahta zemin).</p>
<p>e.</p> <p>Diagram e shows a rubber ball (Lastik Top) and a wooden ball (Tahta Top) positioned above a concrete block (Beton zemin) and a concrete block (Beton).</p>	

14. Aşağıda önerilen deney tasarımlarından hangisi “Tuzun suda çözünme hızı, suyun sıcaklığına bağlı olarak değişir.” hipotezini test etmek için en uygun olanıdır?

- a. İki kap alınır, birinci kaba 20 °C sıcaklığındaki sudan 200 mililitre (ml), ikinci kaba ise 80 °C sıcaklığındaki sudan 200 ml konulur. Her iki kaba da aynı cins tuzdan 20’şer gram atılır. Her iki kaptaki tuzun tamamen çözünmesi için geçen süreler ölçülür. Bu süreler karşılaştırılır.
- b. İki kap alınır, birinci kaba 40 °C sıcaklığındaki sudan 100 ml, ikinci kaba ise 80 °C sıcaklığındaki sudan 200 ml konulur. Her iki kaba da aynı cins tuzdan 20’şer gram atılır. Her iki kaptaki tuzun tamamen çözünmesi için geçen süreler ölçülür. Bu süreler karşılaştırılır.
- c. İki kap alınır, birinci kaba 40 °C sıcaklığındaki sudan 100 ml, ikinci kaba ise 40 °C sıcaklığındaki sudan 200 ml konulur. Her iki kaba da aynı cins tuzdan 20’şer gram atılır. Her iki kaptaki tuzun tamamen çözünmesi için geçen süreler ölçülür. Bu süreler karşılaştırılır.
- d. İki kap alınır, birinci kaba 40 °C sıcaklığındaki sudan 100 ml, ikinci kaba ise 80 °C sıcaklığındaki sudan 100 ml konulur. Aynı cins tuzdan; birinci kaba 10 gram, ikinci kaba ise 20 gram atılır. Her iki kaptaki tuzun tamamen çözünmesi için geçen süreler ölçülür. Bu süreler karşılaştırılır.
- e. İki kap alınır, birinci kaba 20 °C sıcaklığındaki sudan 200 ml, ikinci kaba ise 80 °C sıcaklığındaki sudan 200 ml konulur. Birinci kaba 20 gram iyotlu tuz, ikinci kaba ise yine 20 gram iyotsuz tuz eklenir. Her iki kaptaki tuzun tamamen çözünmesi için geçen süreler ölçülür. Bu süreler karşılaştırılır.

19. “Bir akvaryumda balık sayısı arttıkça, akvaryum suyunun kirlilik oranı da artar” hipotezini test etmek için aşağıda verilen deney düzeneklerinden hangisi en uygun olmalıdır?



Ek-3. Deneysel Tasarım Değerlendirme Analitik Kriter Ölçeği

Kategori	Açıklama	puan
1. Bağımsız değişken	Bağımsız değişkenin nasıl değiştirileceğinden bahsetmiş	1
	Bağımsız değişkenin nasıl değiştirileceğinden bahsetmemiş Bağımsız değişkeni hatalı belirlemiş	0
2. Kontrol edilen değişkenler	Kontrol edilen değişkenlerin (4 ve fazla sayıda değişken) sabit tutulacağını belirtmiş	3
	Kontrol edilen değişkenlerin (2 veya 3 değişken) sabit tutulacağını belirtmiş	2
	Tek bir kontrol edilen değişkenden bahsetmiş	1
	Hangi değişkenlerin kontrol edileceğini belirtmemiş Bağımlı ve bağımsız değişkeni de sabit tutmuş	0
3. Bağımlı değişken	Bağımlı değişkenin nasıl (neye bakılarak) ölçüleceğinden bahsetmiş	1
	Bağımlı değişkenin nasıl ölçüleceğinden bahsetmemiş Bağımlı değişkeni hatalı belirlemiş	0
4. Hipotezi sınamaya	Anlatılan deneysel tasarımı bu hipotezi sınamada son derece yeterlidir (çok iyi bir tasarım).	2
	Anlatılan deneysel tasarımı ile bu hipotez sınanabilir ancak daha iyi olabilir (kabul edilebilir bir tasarım)	1
	Anlatılan deneysel tasarımı ile bu hipotez sınanamaz (zayıf bir tasarım).	0

Not: Testin tamamı “Fizik Öğretiminde Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerinin Ölçülmesi” adlı çalışmada verilmiştir (Temiz, 2007).