

K12 Fen Bilimleri Alan Becerileri Eğitimi Kapsamında Hipotez Oluşturma Becerisinin Öğretimi ve Etkisinin Değerlendirilmesi: Kimya Dersinden Uygulamalar

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Filiz KABAPINAR¹, Destan TEKİN², Sevgi TETİK³

1 Prof. Dr., Marmara Üniversitesi, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, filizk@marmara.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5937-0880.

2 Doktora Öğrencisi, Marmara Üniversitesi, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, destantekin@marun.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5031-3548.

3 Öğretmen, Ümraniye Atatürk Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, sevgitetik14@gmail.com, ORCID: 0009-0003-6983-2964.

Gönderilme Tarihi: 02.06.2023 Kabul Tarihi: 22.11.2023 DOI: 10.37669/milliegitim.1309215

Atf: “Kabapınar, F., Tekin, D., Tetik, S. (2023). K12 fen bilimleri alan becerileri eğitimi kapsamında hipotez oluşturma becerisinin öğretimi ve etkisinin değerlendirilmesi: Kimya dersinden uygulamalar. *Millî Eğitim*, 52 (Özel Sayı), 287-322. DOI: 10.37669/milliegitim.1309215”

Öz

Bu çalışmanın amacı, hipotez oluşturma becerisine yönelik hazırlanan etkinlikleri sınıf ortamında uygulamaya koyarak uygulayıcılar için önerilerde bulunmak ve etkinliğin öğrencilerin hipotez oluşturma becerisini edinimine olan etkisini belirlemektir. Zayıf deneysel desenlerden tek grup ön test- son test deneysel model olarak tasarlanan çalışma 9. Sınıf öğrencileri (n=29) ve 11. Sınıf öğrencileri (n=26) ile 2022-2023 eğitim öğretim yılı bahar döneminde, toplam üç ders saatini kapsayacak şekilde yürütülmüştür. Çalışmada veri toplama aracı olarak ön test-son test başarı testi ve etkinlik yaprağı kullanılmıştır. Çalışmada, hipotez oluşturma becerisinin alt becerileri olan süreç bileşenlerinin (problemi tanımlamak, neden-sonuç ilişkilerini belirlemek, değişkenleri belirlemek, değişkenleri kontrol etmek ve önerme sunmak) öğrenciler tarafından kullanım durumları incelenerek bireysel ve grup analizleri yapılmıştır. Araştırma bulguları, yapılan öğretim etkinliğinin öğrencilerde hipotez oluşturma becerisinin ait tüm süreç bileşenlerini açığa çıkardığını göstermektedir. Öğrencilerin değişkenleri belirleme ve kontrol etme süreç bileşenlerini yeterli düzeyde kullandıkları ancak problemi tanımlama ve neden-sonuç ilişkilerini belirleme süreç bileşenlerini kısmen yeterli düzeyde kullanabildikleri görülmüştür. Önerme sunma süreç bileşeninin kullanımına ilişkin bulgular öğrencilerin önerme sunabildiklerini ancak önermelerini bilimsel ilke, yasa ve kuramlarla destekleyemediklerini göstermiştir. Ayrıca önerme sunma becerisini ölçen son test sorularına öğrencilerin büyük çoğunluğunun yanıt vermediği görülmüştür. Sonuç olarak hipotez oluşturma becerisinin öğretimi hedeflenen etkinliğin öğrencilerin hipotez oluşturma becerisini harekete geçirebildiği, becerilerin kullanılma düzeylerini açığa çıkarabildiği ve süreç bileşenlerini geliştirmede etkili olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: beceri, fen bilimleri, hipotez

Teaching of Hypothesis Formation Skill within the Scope of K12 Science Field Skills Education and Evaluation of its Effect: Applications from Chemistry Course

Abstract

The aim of this study is to provide suggestions for practitioners by implementing activities for hypothesis generation skills in the classroom environment and to determine the effect of the activity on students' acquisition of hypothesis generation skills. The study, which was designed as a one-group pretest-posttest experimental model from weak experimental designs, was conducted with 9th grade students (n=29) and 11th grade students (n=26) in the spring semester of the 2022-2023 academic year, covering a total of three class hours. A pretest-posttest achievement test and an activity sheet were used as data collection tools. In the study, individual and group analyses were conducted by examining the use of the process components (defining the problem, determining cause-effect relationships, determining variables, controlling variables, and presenting propositions), which are the sub-skills of hypothesis generation skill, by the students. The findings of the study show that the teaching activity revealed all process components of hypothesis generation skill in students. The findings also revealed that students used the process components of identifying and controlling variables at an adequate level, but they were able to use the process components of defining the problem and identifying cause-effect relationships at a partially adequate level. The findings related to the use of the propositional process component showed that students could present propositions but could not support their propositions with scientific principles, laws and theories. In addition, it was observed that the majority of the students were able to answer the post-test questions measuring the ability to present propositions. As a result, it was shown that the activity aimed at teaching hypothesis formation skills was effective in activating students' hypothesis formation skills, revealing the level of use of skills and developing process components.

Keywords: skill, science, hypothesis

Giriş

Eğitime yön veren paradigmlar ve benimsedikleri felsefî anlayışlar ne denli farklı olursa olsun beceri edinimi, fen bilimleri dersinin amaçları arasında ön saflarda yer bulmuştur (Derilo, 2019; Jack, 2013; Ngozi, 2021). Yıllarca eğitim sistemine yön veren pozitivist paradigma, fen bilimlerini olgusal olarak betimlemiş ve olgulara edinim sürecinin gözlem ve deney yoluyla gerçekleştiğini savunmuştur (Nussbaum, 1989). Bu çerçevede gözlem ve deney fen öğretimi için önemli bir unsur haline gelmiştir (Kılınç ve Yazıcı, 2022; Temiz ve Tan, 2003;).

Uluslararası alanda fen kavramlarına ilişkin araştırmaların sonuçlarıyla kendini hissedilir kılan yorumlamacı paradigma ise, bilimsel yöntemin tanımını değiştirmekle kalmamış, öğrenme ve öğretme süreçlerini yeniden düzenlemiştir (Applefield, Huber ve Moallem, 2000; Kabapınar, 2021a). Bilginin doğasına ilişkin olarak yapılandırıcılıkla aynı bakış açısında sahip bu paradigmaya göre, bilgi yorumlanarak oluşmakta ve yorumlama süreci bireyin mevcut kavram ve becerileri temelinde gerçekteşmektedir (Driver ve Erickson, 1983; Glesne ve Peshkin, 1992; Yıldırım ve şimşek, 2000).

Felsefi dönüşüme ayak uydurmak ve uygulamaların olumlu sonuçlarını elde etmek için Millî Eğitim Bakanlığı, UNİCEF iř birliği ile “K12 Beceriler Çerçevesi: Türkiye Bütüncül Modeli” projesini hayata geçirmiştir. Öğretmen, uzman ve akademisyen iř birliği ile gerçekteşen proje farklı disiplinlerdeki alan becerileri ile çok sayıda okur yazarlık becerilerini işe koşarak, sosyal-duygusal öğrenme becerileri ile eğilimleri de içine alan bütüncül bir yapı ortaya koymuştur (MEB, 2023a).

Her beceri ve onunla ilgili olan her bilgi, bize hızla değişen dünyayı algılama, anlama ve uyum sağlayabilme konusunda fikir vermektedir (MEB, 2023a, s.124). Beceri kavramının tanımı, türleri ve öğrenciye kazandırılma süreci ile ilgili yapılan çok sayıda çalışmanın alan yazında yer bulması, beceri kavramının önemli olduğunun göstergesi niteliğindedir (Gabel, 1993; Green, 2011; Taibu, Mataka ve Shekoyan, 2021). Beceri kavramı, sözlükte “kişinin yatkınlık ve öğrenime bağlı olarak bir içi başarma ve bir işlemi amaca uygun olarak sonuçlandırma yeteneği, maharet”, “elinden iř gelme durumu ve vücudun yapılması güç alıştırmalara yatkın olması durumu” olarak tanımlanırken (Türk Dil Kurumu [TDK], 2019) K12 Beceriler Çerçevesi: Türkiye Bütüncül Modeli’nde “bir çalışma veya öğrenme alanında edinilen mantıksal veya sezgisel nitelikli düşünme yaklaşımı ile el becerisi, yöntem ve araç gereç kullanmayı gerektiren her tür edim veya eylem” (MEB, 2023a) olarak tanımlanmaktadır. Bu eylemlerden bazıları açık, anlaşılır ve gözlemlenebilir özelliğe sahipken, daha karmaşık süreç gerektirenler de mevcuttur. “Saymak-okumak” ve “yazmak-çizmek” gibi beceriler karmaşık bir süreç gerektirmeden edinilen, doğrudan gözlemlenebilir beceriler iken “özetleme” ve “yapılandırma” gibi beceriler hem açık ve gözlemlenebilir temel becerileri hem de örtük ve doğrudan gözlemlenemeyen beceriler kümesini içermektedir (MEB, 2003a). “Çizmek” ve “işaretlemek” gibi beceriler herkes tarafından ortak bir anlama karşılıklı gelirken “özetlemek” ve “yorumlamak” gibi beceriler bireylerin zihinlerinde farklı temsiller oluşmasına sebep olmaktadır. Bu durum becerileri kendi içerisinde sınıflandırmayı ve bu sınıflandırmayı yaparken de mevcut yaklaşımlardan bağımsız olarak tasarlamayı gerekli kılmıştır. Bu bağlamda K12 Beceriler Çerçevesi: Türkiye Bütüncül Modeli’nde beceriler, hiyerarşik bir yapı olarak ele alınan mevcut sınıflandırma sistemlerinden farklı olarak ilişkisel özellikleri ile ele alınmıştır (MEB, 2023a).

K12 Beceriler Çerçevesi: Türkiye Bütüncül Modeli'nde (MEB, 2023a) kavramsal beceriler, sosyal-duygusal öğrenme becerileri, eğilimler ve alan becerileri olmak üzere dört temel başlık üzerinde durulmuştur. Kavramsal beceriler, kendi içinde temel, bütünlük ve üst düzey düşünme becerileri olarak üçe ayrılarak incelenmiştir (MEB, 2023a). Fen bilimleri alan becerileri açısından temel, bütünlük ve üst düzey düşünme becerileri; temel beceriler: yalın ve gözlemlenebilir beceriler, bütünlük beceriler: birden fazla temel beceriyi belirli standartlar ve bu standartlara ait sürece yayılmış performans göstergeleriyle birlikte kullanmayı gerektiren beceriler, üst düzey becerileri ise, birden fazla bütünlük beceriyi bir kural/formül içinde birlikte kullanmayı gerektiren beceriler olarak ifade edilmiştir. Bu tanımlardan hareketle, okuma, yazma, çizme, duyuları kullanma gibi beceriler temel becerilere; çelişki giderme, özetleme, çözümlenme, yansıtma gibi beceriler bütünlük becerilere; karar verme, problem çözme, eleştirel düşünme gibi beceriler ise üst düzey düşünme becerilerine örnek olarak verilebilir (MEB, 2023a).

K12 Beceriler Çerçevesi: Türkiye Bütüncül Modeli'nde (MEB, 2023a) Fen bilimleri alan becerileri; “bilimsel gözlem, sınıflandırma, bilimsel gözleme dayalı tahmin, bilimsel veriye dayalı tahmin, operasyonel tanımlama, hipotez oluşturma, deney yapma, bilimsel çıkarım yapma, bilimsel model oluşturma, tümevarımsal akıl yürütme, tümdengelimsel akıl yürütme, kanıt kullanma, bilimsel sorgulama” olmak üzere 13 temel beceriyi kapsamaktadır. Bu becerilerin tanımları, süreç bileşenleri, göstergeleri farklı öğrenim düzeyleri için oluşturulmuş (A-D3) ve proje kitapçığında yayımlanmıştır (MEB, 2003a). Alanı temsil etmek için alana özgü becerilerin sadece tanıtılmasının yeterli olamayacağı düşüncesiyle projenin ikinci aşaması olan K12 Beceriler Çerçevesi: Türkiye Bütüncül Modeli Öğretmen Kılavuzu hazırlanmıştır (MEB, 2023b). Alana özgü becerilerden geliştirilmesi için yapılabilecek etkinlikler, öğretim akışına ilişkin detaylar, ölçme ve değerlendirme sürecine ilişkin materyaller örnek olması amacıyla öğretmen kılavuzunda yer almıştır (MEB,2023b). “Hipotez Oluşturma Becerisi” de bu beceriler içerisinde yer alır.

Hipotez, belirlenmiş bir problemi çözmek amacı ile kullanılan kesinliği kanıtlanmamış yargılar, önermeler ya da akla yatkın ifadelerdir (Bayır ve Kahveci, 2022; Mizrahi, 2020; Poincaré, 2022). Hipotezler ancak test edildikten sonra doğru veya yanlış şeklinde ifade edilebilir (Tatar, 2006). Hipotez kurma ise, bir problem durumunun anlaşılmasında, açıklanmasında veya olaylar arası ilişkilerin belirlenmesinde tüm bileşenlerin göz önünde bulundurulması, değişkenlerin belirlenmesi, kontrol edilmesi ve değişkenler arası ilişkilerin tahmininin yapılabilmesidir (Dökme, 2019; Sultan ve İlhan, 2022). Bu tahminler gerçekler, fikirler, önsözler, gözlemler, çıkarımlar veya herhangi bir kaynak üzerine temellendirilebilir (Temiz ve Tan, 2009). Hipotez oluş-

turma; gözlemlene, bilgi toplama, çözümlene, tümdengelimsel akıl yürütme, sorgulama ve değerlendirme gibi genel bütünlük beceriler ile ilişkilidir (MEB, 2023a). Hipotez oluşturma becerisini kullanmak eleştirel düşünme (Ennis, 2015; Stevens ve Witkow, 2014), yaratıcı düşünme (Aktamış ve Ergin, 2007; Facione, 2011; Sternberg, 2019) ve problem çözme (Gagne, 1985) becerisini de işe koşmayı gerektirmektedir.

Hipotez oluşturma becerisinin diğer beceriler gibi en temel özelliklerinden biri süreç içeriyor olmasıdır. (MEB, 2023a). Aslan, Ertaş ve Kılıç (2016) oluşturdukları hipotezin araştırma sorusu ile tutarlı ve gözleme dayalı olması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca hipotezin bağımlı-bağımsız değişkenleri, değişkenler arası neden sonuç ilişkisini ve dayandığı temel düşünce arasındaki bağlantıyı açık bir şekilde ifade etmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Hipotezler genellikle bir deneyden veya bir araştırmadan önce oluşturulur ve bağımlı bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiler hakkında tahminler içerir. Bir hipotezin en önemli özelliklerinden biri sınanabilir yapıda olmasıdır (Paul ve Elder, 2013; Temiz, 2020; Vangundy, 1987). Hipotezi doğru bir şekilde test edebilmek için yapılan deneyin sonucunu etkileyecek tüm değişkenlerin belirlenmesi ve kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu süreçten önce, bağımlı değişkeni etkileyebilecek değişkenlerin belirlenmiş olması gerekir (Gabel, 1993; Schafersman, 1991; Zimmerman, 2007).

K12 Beceriler Çerçevesi'nde hipotez oluşturma becerisinin kazandırılması için süreçte kullanılması gereken beceriler süreç bileşenleri olarak tanımlanmıştır. Söz konusu becerinin süreç bileşenleri; problemi tanımlamak, neden-sonuç ilişkilerini belirlemek, değişkenleri belirlemek, değişkenleri kontrol etmek ve önerme sunmaktır. Bu bileşenlerin göstergeleri ise lise düzeyi (D3) için aşağıda belirtilmiştir (MEB, 2023a).

FBAB6.SB1. Problemi tanımlamak

- FBAB6.SB1.D3.1. Kendisinin ve akranlarının sorduğu soruların araştırılabilir olup olmadığını değerlendirir.

FBAB6.SB2. Neden-sonuç ilişkilerini belirlemek

- FBAB6.SB2.D3.1. Öncül ve ardıl etkiler üzerinden aynı nesne, olay veya olgularda varsa birden fazla neden-sonuç ilişkisi belirtir.

FBAB6.SB3. Değişkenleri belirlemek

- FBAB6.SB3.D3.1. Birden fazla neden-sonuç ilişkisi içeren problem durumdaki bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini belirler.

FBAB6.SB4. Değişkenleri kontrol etmek

- FBAB6.SB4.D3.1. Birden fazla öncül ve ardıl etkiler üzerinden bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini belirlemek için denemeler yapar.

FBAB6.SB5. Önerme sunmak

- FBAB6.SB5.D3.1. Önermelerin sınanabilir olup olmadığını belirlemek için kriter ya da kriterler geliştirir.
- FBAB6.SB5.D3.2. Problemin çözümüne yönelik ilke, yasa ve kuramlardan yola çıkarak önermeler sunar.

Öğretmen kılavuzunda hipotez oluşturma becerisinin her bir süreç bileşeninin (problemi tanımlamak, neden-sonuç ilişkilerini belirlemek, değişkenleri belirlemek, değişkenleri kontrol etmek ve önerme sunmak) öğretim sürecinde nasıl ele alınacağı ve geliştirileceği akış olarak betimlenmiştir (MEB, 2023b). Çalışma, teoride önerilen lise düzeyi (D3) hipotez oluşturma becerisine yönelik etkinliklerin sınıf ortamında uygulamaya koyularak, sürece yönelik olarak öğretmenler veya uygulayıcılar için önerilerde bulunmak ve etkinliğin öğrencilerin hipotez oluşturma becerisini edinimine olan etkisini belirlemeyi amaçlamaktadır.

Yöntem

Araştırmada, K12 Beceriler Çerçevesi: Türkiye Bütüncül Modeli'nde (MEB, 2023a) yer verilen Fen bilimleri alan becerilerinden hipotez oluşturma becerisinin kazanılması veya geliştirilmesi için okul öncesinden liseye kadar (A-D3) etkinlikler tasarlanmıştır. Öğretmenlere beceri edindirme sürecinde destek olması amacıyla tasarlanan etkinliklere, K12 Beceriler Çerçevesi: Türkiye Bütüncül Modeli Öğretmen Kılavuzu'nda (MEB, 2023b) yer verilmiştir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada, zayıf deneysel desenlerden tek grup ön test-son test deneysel model kullanılmıştır (Creswell, 2012; Hovardaoğlu, 2000; Kerlinger, 1973; Büyüköztürk vd., 2021).

Etkinliğin Seçimi ve Çalışma Grubu

Hipotez oluşturma becerisinin geliştirilmesi amacıyla tasarlanan etkinlikte gazlı içecekler bağlam olarak seçilmiştir. Gazlı içecekler kimya dersinde asitler, bazlar, gazların çözünürlüğü ve kimyasal denge konuları ile kolaylıkla ilişkilendirilebilir. Gazlı içecekler konulu etkinlikler ile öğrencilerin hipotez oluşturma becerisini kullanarak becerilerinin gelişmesi ve gazlı içeceğin yapısı, asidik özelliğinin nedeni, karbondioksit gazının sudaki çözünürlüğü, pH ile olan ilişkisi ve sıcaklıkla olan değişimini

öğrenme fırsatları doğacaktır. Bu kavramları kimya dersi kapsamında öğrenmiş olan öğrenciler, hipotez oluşturma becerisini, neden sonuç ilişkisi kurma ve önerme sunma süreç bileşenlerini mevcut kavramsal bilgileriyle ilişkilendirebileceklerdir.

Araştırmada K9-12 düzeyindeki lise grubundan K9 ve K11 olmak üzere iki farklı seviyede deney grubu seçilmiştir. Lise 9. sınıf öğrencileri, gazların sudaki çözünürlüğü kavramını henüz öğrenmemiş olan grubu temsil etmektedir. Lise 11. sınıf öğrencileri ise kimyasal denge konusunu öğrenmiş, dolayısıyla asit-baz dengesi, gazların çözünürlüğü, çözünürlük dengesi ve sıcaklığın dengeye etkisi kavramlarını bilen grubu temsil etmektedir. Böylelikle uygulamalar sırasında öğrenci seviyesinin hipotez oluşturma becerisinin gelişimine etki etme durumunu gözlemlemek de olanaklı olacaktır. Lise 9. sınıfta çalışmaya, 15 kız ve 14 erkek olmak üzere toplam 29 öğrenci katılmıştır. Çalışma grubunu beşer kişiden oluşan beş grup ve dört kişiden oluşan bir grup oluşturmaktadır. Gruplar rastgele oluşturularak, kız ve erkek öğrencilerin gruplardaki homojenliğine dikkat edilmiştir. Lise 11. sınıfta öğrenci sayısı az olduğundan uygulama iki farklı 11. sınıfta gerçekleştirilmiştir. Bu sınıflar okuldaki 11. sınıflar içerisinden seçilmiştir. 11. sınıfların ilkinde çalışmaya 9 erkek, 5 kız olmak üzere toplam 14 öğrenci katılmış ve öğrenciler kendi istekleri doğrultusunda ikişerli gruplar oluşturmuştur. Diğer 11. sınıfta ise 4 erkek, 8 kız olmak üzere toplam 12 öğrenci çalışmaya dahil olmuştur. Bu sınıftaki öğrenciler kendi tercihleri doğrultusunda üçerli gruplara ayrılmıştır.

DeneySEL grubu oluşturan 9. ve 11. sınıflar K12 Beceriler Çerçevesi: Türkiye Bütüncül Modelinin (MEB, 2023a) ve K12 Beceriler Çerçevesi: Türkiye Bütüncül Modeli Öğretmen Kılavuzu'nun (MEB, 2023b) geliştirme sürecinde yer alan iki uzman kimya öğretmenin çalıştığı okullardaki sınıflar arasından seçkisiz atama yöntemiyle seçilmiştir. Böylelikle etkinliklerin hipotez oluşturma becerisinin süreç bileşenlerinin dikkate alınarak yapılması ve dış geçerliliğe tehdit oluşturabilecek olası faktörlerin ortadan kalkması sağlanmaya çalışılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmanın veri toplama araçlarından birisi deneysel desenin temel ölçme aracı olan ön test- son test başarı testidir. Ön test, hipotez oluşturma becerisinin değişkenler arasındaki ilişkiye yönelik önerme sunma süreç bileşenini ölçmeyi hedeflemektedir. Bu çerçevede ön testte yer alan tabloda bazı önermeler eksik olarak verilmiş ve öğrencilerden bu önermeleri gerekçelendirerek tamamlamaları beklenmiştir. Buna ek olarak ön test ve son testte öğrencilerin önerme yazmalarını tetikleyecek iki tane açık uçlu soru sorulmuştur (Gazlı içeceklerin asidik bazik özelliklerini ne sağlar? ve Gazlı içeceklerin pH değeri hangi durumda azalır?). Açık uçlu sorular sayesinde öğren-

cilerin gazlı içeceklerle ilişkin hipotez oluşturma sürecinde üretmiş oldukları bilgiyi ortaya koyacakları düşünülmektedir. Öğrencilerin önerme sunma becerisi ölçülürken süreç içerisinde konuya ilişkin kavramsal anlamalarındaki değişim belirlenmeye çalışılmıştır.

Veri toplama araçlarının ikincisi ise, hipotez oluşturma beceri öğretimine yönelik tasarlanan etkinlik yaprağıdır. Etkinlik yaprağı, hipotez oluşturma becerilerinin tüm süreç bileşenlerini ve göstergelerini ölçecek biçimde çeşitli soru ve yönergelerden oluşturulmuştur. Hipotez oluşturma etkinliği süresince bireysel (9. sınıf) ya da grup olarak (11. sınıf) doldurulan etkinlik yaprağının öğrencilerin tüm süreç boyunca becerilerini nasıl kullandıkları ve nerelerde güçlük çektiklerini ortaya koyacağı düşünülmektedir. Böylece öğrencilerin hipotez oluşturmaya yönelik becerilerini kullanım durumları süreç devam ederken izlenmesi hedeflenmiştir.

Araştırmacılar tarafından hazırlanan ön test- son test başarı testinin güvenilirliği için iki kodlayıcı arasında güvenilirlik hesaplaması yapılmıştır (Miles ve Huberman, 1994). Kodlama güvenilirliğinin %89 ile %95 arasında değiştiği ve ortalamanın %92 olduğu hesaplanarak değerlendiriciler arasında yüksek düzeyde uyum olduğu görülmüştür. Araştırmacılar arasında görüş ayrılığına düşülen sorular incelenerek görüş birliği elde edilmiş ve uyum yüzdesi %100 olarak hesaplanmıştır. Ön test- son test başarı testinin geçerliğinin sağlanması için, üç kimya eğitimi alan uzmanı tarafından incelenmiş ve görüşleri doğrultusunda düzenlemeler yapılmıştır.

Verilerin Analizi

Ön test-son test başarı testinde kapalı uçlu (önerme tamamlama) ve açık uçlu sorulara (önermeye gerekçe sunma) yer verilmiştir. Kapalı uçlu sorulara verilen yanıtlar frekans olarak incelenirken, açık uçlu sorulara verilen yanıtlar içerik analizi ile incelenmiştir. Etkinlik yaprağının değerlendirilmesi için K12 Beceriler Çerçevesi: Türkiye Bütüncül Modeli Öğretmen Kılavuzu'nda (MEB, 2023b) yer alan rubrik kullanılmıştır (Ek:3). Rubriğin hazırlanmasında ilgili alan becerisine ait bütünleşik bileşenler ölçüt olarak işe koşularken, süreç bileşenleri: geliştirilebilir, kısmen yeterli ve yeterli olarak uygulamaya koyulmuştur. Uygulanan rubrik ile öğrencilerin hipotez oluşturma becerisine yönelik süreç bileşenlerinin etkinlik yaprağına yansıtılma durumları belirlenmeye çalışılmıştır.

Etik Kurul İzin Belgesi: Söz konusu çalışma için Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsünden 18.07.2023/07-05 onay tarihli ve onay sayılı Etik Kurul İzni alınmıştır.

Hipotez Oluşturma Becerisini Geliştirmeye Yönelik Etkinliğin Uygulanma Süreci

Seçilen sınıflarda D3 seviyesi için tasarlanan hipotez oluşturma becerisine ilişkin etkinlik, K12 Beceriler Çerçevesi: Türkiye Bütüncül Modeli Öğretmen Kılavuzu'nda (MEB, 2023b) yer alan haliyle uygulamaya koyulmuştur. Hipotez oluşturma becerisinin öğretimi üç ders saatinde tamamlanmıştır. Farklı firmalar tarafından üretilen gazlı içecekler (maden suyu, kola, portakallı gazlı içecek, vb.), akıllı tahta, pH kâğıdı, bardak, beher, su, balon, mezür, plastik boru, plastik kap gibi malzeme ve araç gereçler temin edilerek K12 Öğretmen Kılavuzu'nda belirtilen güvenlik önlemleri öğrencilere hatırlatılmış, gerekli tedbirler uygulayıcı tarafından alınmış ve acil durumda müdahale işlemleri hakkında öğrencilere bilgi verilmiştir. 9. Sınıf öki ön bilgilerini tespit etmek amacıyla aşağıdaki sorular sorulmuş ve süre sınırlaması konulmadan öğrencilerin yanıtlamaları sağlanmıştır.

Araştırmacı: Bir içeceğin asidik olup olmadığını nasıl anlarsınız?

Öğrenci: Asitliğine pH ile bakabiliriz.

Araştırmacı: Gazlı içeceklere neden asidik içecek denir?

Öğrenci: İçeride karbondioksit gazı olduğu için.

Araştırmacı: Asitli içeceklerin ağızda bıraktığı tat ile asidi kaçmış bir içeceğin ağızda bıraktığı tat arasında fark var mıdır? Bu fark sizce neden kaynaklanıyor olabilir?

Öğrenci: Evet fark vardır. Asidi kaçmış içeceğin tadı daha şekerli oluyor. İçerideki gaz kaçtığı için.

Yaklaşık beş dakika süren yukarıdaki kılavuzda belirtilen köprü kurma aşamasına geçilmiştir. Mide görseli akıllı tahtadan açılarak öğrencilere “Mide öz suyu nedir ve midenin pH'ı hakkında bilgi sahibi misiniz?” soruları yöneltilmiştir. Öğrenciler mide öz suyunun HCl asidi içerdiğini ve pH değerinin yaklaşık 1 olduğunu söylemiştir. Bu süreç aşağıdaki sorular ile devam etmiştir. Lise 9. sınıf öğrencilerinin sorulara vermiş olduğu yanıtların bir bölümü aşağıda verilmiştir.

Araştırmacı: Yiyecek ve içecekler midenin pH'ını değiştirir mi? Değiştirirse nasıl?

Öğrenci: Asitli ve bazlı yiyecekler yeriz hatta su içeriz böylece midemizin pH değeri gün içinde sürekli değişir.

Araştırmacı: Mide hazımsızlığı ne demektir? Sizce neden olur?

Öğrenci: Çok fazla yemek yediğimizde midemiz ağrır hatta boğazımıza acı bir tat gelir ve rahatsız hissederiz. Midemiz sindirme görevini iyi yapamaz.

Araştırmacı: Peki midemizin yapamadığı bu görevin sebebi ne olabilir?

Öğrenci: Çok fazla yemek yersek mide öz suyu yetersiz kalır.

Araştırmacı: Sizce bu durumda mide hazımsızlığımı geçirmek için ne yapılabilir?

Öğrenci: Genelde maden suyu içiyoruz ve nötrleştiriyoruz.

Öğrenci: Kola içince iyi geliyor hatta et yemeklerinin sindirimi zor olduğu için yanında kola içmek iyi geliyor.

Araştırmacı: Mide hazımsızlığının sebebi olarak başka ne söyleyebiliriz.

Öğrenci: Fazla yemek ve midenin buna karşı görevini yerine getirememesi yani yeterince mide öz suyu salgılayamaması.

Araştırmacı: Öğretim etkinliğinin başında sormuştum, mide öz suyu asit mi yoksa baz özellikte mi?

Öğrenci: pH'ı 1 yani asit özellikte.

Araştırmacı: O zaman hazımsızlık sırasında görevini yerine getiremediği için bizim ne tür içecekler içmemiz gerekir?

Öğrenci: Hım o zaman nötrleştirme yapamayız, ama hep soda içeriz soda baz değil mi?

Öğrenci: Evet soda baz ama içtiğimiz şey yani senin anlatmak istediğin aslında maden suyudur. Soda ve maden suyu aynı şey değildir diyebilir miyiz?

Öğrenci: Hım evet doğru. O zaman tamam maden suyu içeriz ve maden suyu asidiktir.

Öğrenci: Kola asit ama eminim içinde CO₂ gazı var.

Öğrenci: Maden suyunda CO₂ gazı var o zaman maden suyu da asit karakterdedir.

Öğrenci: O zaman mide öz suyuna destek olmak için asitli içecekler içilmeli.

Yaklaşık 10 dakika süren bu sorgulama süreci lise 11. sınıflarla da gerçekleştirilmiştir. Aşağıda 11. Sınıf öğrencileriyle yapılan bu süreçten bir kesit görülmektedir.

Araştırmacı: Mide hazımsızlığı ne demektir? Neden olur?

Öğrenci: Hazımsızlık sindirimin tam olarak gerçekleştirilememesidir.

Öğrenci: Midede asit yetersiz olursa hazımsızlık olur.

Öğrenci: Çok yemek yersek ve çiğnemediğimizde hazımsızlık olur.

Öğrenci: Çeşitli mide hastalıklarından da hazımsızlık olabilir.

Araştırmacı: Mide hazımsızlığını geçirmek için ne yapılabilir?

Öğrenci: Hazımsızlık sindirimin tam olarak gerçekleştirilememesidir.

Öğrenci: Midede asit yetersiz olursa hazımsızlık olur.

Öğrenci: Yemek yerken çok çiğnemeliyiz.

Öğrenci: Asitli herhangi bir içecek içebiliriz.

Öğrenci: Soda içebiliriz.

Öğrenci: Asitli yiyecekler yiyebiliriz.

Öğrenci: Su içebiliriz.

Araştırmacı: Mide hazımsızlıklarında hangi tür içecekler içilmelidir?

Öğrenci: Limonlu su içebiliriz.

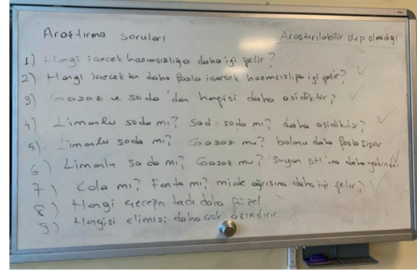
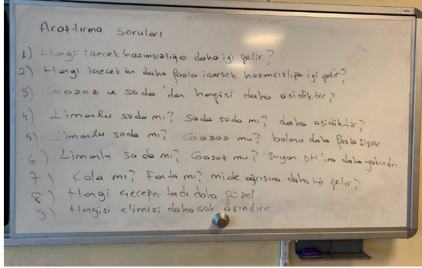
Öğrenci: Suyun içerisine bir kaşık elma sirkesi katarak içebiliriz.

Öğrenci: Gazlı içecekler içebiliriz. (Kola, maden suyu, portakallı gazlı içecek vs.)

Sorulan sorulara verilen yanıtlar ve yapılan sınıf içi tartışmalar sonucunda öğrenciler mide öz suyunun asidik özelliğini değiştirmek için asitli içecekler kullanabilecekleri sonucuna varmıştır. Bu sonuca ulaşan öğrencilere masa üzerindeki içecekler gösterilmiş (maden suyu, gazoz, portakallı gazlı içecekler, kola, limonlu maden suyu, vişneli gazlı içecek, çilekli gazlı içecek) ve buradaki içeceklerle ilgili nasıl bir araştırma yapmak istedikleri sorulmuştur. Öğrenciler araştırmak istedikleri soruları ifade ettikten sonra her bir araştırma sorusu araştırmacı tarafından tahtaya yazılmıştır.

Fotoğraf 1

9. Sınıf Öğrencileri Tarafından Belirlenen Araştırma Soruları



Öğrenciler neden-sonuç ilişkilerini belirterek her bir sorunun cevabına yönelik tahminde bulunmuş ve tahtaya yazılan soruların araştırılabilir olup olmadıklarına ilişkin bir değerlendirme yapmıştır. Öğrenciler rastgele olacak şekilde gruplara ayrılmış ve grupça araştırmak istedikleri soruyu belirlemiştir. Tablo 1’de 9. sınıftaki grupların seçmiş olduğu araştırma soruları görülmektedir.

Tablo 1

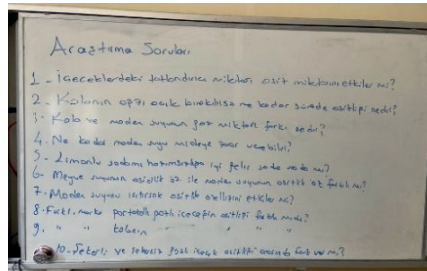
9. Sınıf Öğrenci Grupları Tarafından Araştırılmak İstenilen Araştırma Soruları

| | | |
|--------|---------------------|---|
| Grup 1 | 4. Araştırma sorusu | Limonlu maden suyu mu yoksa sade maden suyu mu daha asidiktir? |
| Grup 2 | 3. Araştırma sorusu | Gazoz ve sade maden suyundan hangisi daha asidiktir? |
| Grup 3 | 7. Araştırma sorusu | Kola mı Fanta mı mide ağrısına daha iyi gelir? |
| Grup 4 | 4. Araştırma sorusu | Limonlu maden suyu ve sade maden suyundan hangisi daha asidiktir? |
| Grup 5 | 3. Araştırma sorusu | Gazoz ve sade maden suyundan hangisi daha asidiktir? |

Hipotez oluşturma becerisinin öğretimi için uygulama yapılan lise 11. sınıfta da benzer şekilde öğrenciler kendi araştırma sorularını belirleyerek araştırılabilir olup olmadığını değerlendirmiştir.

Fotoğraf 2

11. Sınıf Öğrencileri Tarafından Belirlenen Araştırma Soruları



Bu sürecin sonunda öğrenciler gruplarını oluşturmuş ve her bir grup araştırılabilir olduğunu düşündükleri bir araştırma sorusunu hipotez oluşturmak üzere seçmiştir. Tablo 2’de lise 11. sınıftaki grupların seçmiş olduğu araştırma soruları görülmektedir.

Tablo 2

11. Sınıf Öğrenci Grupları Tarafından Araştırılmak İstenilen Araştırma Soruları

| | |
|--------|--|
| Grup 1 | Çilekli gazlı içecek mi daha asidiktir? Vişneli gazlı içecek mi? |
| Grup 2 | Yarım bardak kola mı daha asidiktir? Bir bardak sade maden suyu mu? |
| Grup 3 | İçeceğin sıcak ya da soğuk olması asitlik özelliğini etkiler mi? |
| Grup 4 | Gazlı içecek, portakallı gazlı içecek, maden suyu, gazoz hangisi daha asidiktir? |
| Grup 5 | Farklı miktarlarda alınan portakallı gazlı içeceğin asitliği farklı mıdır? |
| Grup 6 | Çilekli ve vişneli gazlı içeceklerin asitlikleri aynı mıdır? |
| Grup 7 | Limonlu maden suyu mu yoksa sade maden suyu mu hazımsızlığa iyi gelir? |
| Grup 8 | Farklı marka portakallı gazlı içeceğin asitliği farklı mıdır? |

Bu aşamada öğretim etkinliğine geçilmeden önce öğrencilere başarı testi dağıtılmıştır (Ek 1). Öğrenciler bireysel olarak ön testi cevaplandırmış ve bu süreç 20 dakika sürmüştür. Ön testler toplandıktan sonra öğrencilere hipotez oluşturma becerisine ilişkin hazırlanan etkinlik yaprağı dağıtılmıştır (Ek 2). Etkinlik yaprağının giriş bölümünde, öğrenciler seçtikleri araştırma sorusunu düşünerek soruları bireysel olarak yanıtlamışlardır. Araştırmacı, çeşitli sorular sorarak öğrencilerin planlama sürecini izlemiş ve tüm öğrencileri hipotez oluşturma becerisinin süreç bileşenlerini kullanmaları için yönlendirmiştir. Bu süreçte öğretmen ve öğrenciler arasında geçen diyalogun kesiti aşağıda verilmiştir.

Grup 1: Araştırma sorusu: Limonlu maden suyu mu yoksa sade maden suyu mu daha asidiktir? (Lise 9. Sınıf)

Araştırmacı: Deneyde hangi malzemeleri kullanacaksınız?

Ö1: Limonlu maden suyu, sade maden suyu ve pH kâğıdı.

Araştırmacı: Deneyde kullanacağınız gazlı içeceklerin hangi özelliğine bakmanız gerekir?

Ö2: pH kâğıdına baktığımızda hangisi daha asidikse mide hazımsızlığımızı o iyi gelir. Bu yüzden pH skalasında hangisi sıfıra daha yakınsa onun daha asidik olduğunun kanıtıdır.

Araştırmacı: Hangi tür içeceğin daha asidik olduğunu nasıl belirlersiniz?

Ö3: pH kâğıdına bakarak anlayabiliriz ya da pH metreler daha duyarlı sanırım daha iyi olabilir.

Araştırmacı: İçecekleri karşılaştırmak için neleri sabit tutmalısınız?

Ö4: İçecek miktarı, ortam ve aynı anda batırdığımız pH kâğıdı.

Araştırmacı: Hangi sonuca ulaştınız?

Ö5: pH kağıdındaki ölçüme baktığımızda pH değeri sıfıra daha yakın olan limonlu maden suyu çıktı o yüzden hazımsızlık için limon aromalı içmek daha iyi.

Araştırmacı: Peki bu iki maden suyunda pH değerinde fark yaratan nedir? Neden farklı çıktı?

Ö6: Limonlu maden suyunda limon aroması var ayrıca narenciyeler asit özellikte bu yüzden asitliği daha fazla yani pH'ı daha düşük çıktı diye düşünüyorum.

Ö7: pH kâğıdı sayesinde hangisi daha asidik ve hazımsızlığa iyi gelir anlayabildik. Sıfıra yakın olma asitlik özellik için belirleyici oldu.

Ö8: Sıfıra yakınlık önemli ama içinde bulunan limon aroması da asitliği arttırdı. Marketten maden suyu alırken dikkat etmekte fayda var.

Fotoğraf 3

Etkinlik Sırasında Yapılan Deneylerden Bazı Görüntüler



Grup 2: Araştırma sorusu: Yarım bardak kola mı daha asidiktir? Bir bardak sade maden suyu mu? (Lise 11. Sınıf)

Araştırmacı: Seçtiğiniz bu problem durumu sizce araştırılabilir mi? Bu konuda ne düşünüyorsunuz?

Ö1: Evet araştırılabilir. Her iki maddenin de pH'larına bakarak asitliklerini karşılaştırabiliriz.

Araştırmacı: Peki araştırılabiliriyorsa sonuca ilişkin bir tahmininiz var mı? Neden böyle düşünüyorsunuz?

Ö3: Bence bir bardak sade maden suyu, yarım bardak koladan miktarındaki fazlalıktan dolayı daha asidiktir.

Ö1: Bence de miktar asitliği etkiler.

Ö2: Bence kola daha asidik.

Araştırmacı: Neden böyle düşünüyorsun?

Ö2: Sadece tahmin ettim.

Araştırmacı: Öyleyse sonuçları deneyerek bulmak ister misiniz?

Ö2: Evet kesinlikle.

Araştırmacı: Deneyde kola ve maden suyunun hangi özelliğine bakmanız gerekir?

Ö3: Asitliğine bakmamız gerekir.

Ö1: pH değerine bakmamız gerekir.

Araştırmacı: Peki deneyde kullanacağınız gazlı içeceklerin hangisinin daha asidik olduğunu nasıl belirlersiniz?

Ö1: pH kâğıdı kullanarak belirleyebiliriz.

Araştırmacı: Şimdi sıra deneyde, nasıl bir deney yapmayı planlıyorsunuz. Deneyde hangi malzemeleri kullanacaksınız?

Ö1: Deneyde miktarların daha hassas olması için yarım bardak yerine 50 ml, bir bardak yerine 100 ml kullanmak istiyoruz. İlk önce 100 ml kola ile 50 ml kolayı behere koyup asitliklerini karşılaştırırız. 100 ml sade maden suyu ile 50 ml sade maden suyunun da asitliğini karşılaştırırız. Daha sonra 50 ml kola ile 100 ml sade maden suyunun pH'ı karşılaştırılır. Hangisinin daha asidik olduğunu bulmuş oluruz.

Ö2: 4 tane 100 ml'lik beher, maden suyu, kola, pH kâğıdı kullanarak bu deneyi yapabiliriz.

Araştırmacı: Miktarları belirlerken hassas bir çalışma örneği göstermişsiniz. Peki bu deneyde başka dikkat etmeniz gereken bir durum var mı?

Ö1: Deneyde kola ve maden suyunu behere dökerken hızlı olmalıyız ve döktüğümüz anda hemen bekletmeden pH kâğıdı ile asitliğine bakmalıyız. Yoksa gaz uçar gider ve asitlik değişir.

Araştırmacı: Kola ve maden suyunun asitliğini karşılaştırabilmek için neleri sabit tutmalısınız?

Ö1: Sıcaklık, bekleme süresi.

Ö3: Basınçta sabit tutulmalı.

Araştırmacı: Haydi şimdi deneyinizi yapmaya başlayın ve sonuçlarını bizimle paylaşın. (Yaklaşık 10 dk. sonra)

Ö1: 100 ml kola ile 50 ml kolanın pH değerleri aynı çıktı. 100 ml maden suyu ile 50 ml maden suyunun da pH değeri aynı çıktı. Miktar asitliği etkilemez. Çünkü pH'ları aynı çıkıyor.

Ö2: 50 ml kola ile 100 ml maden suyunun pH'ları karşılaştırıldığında miktar fark etmiyor. Aynı miktar gibi düşünülebilir ve asitlik karşılaştırılabilir. Asitlik kolada daha fazla çıktı.

Araştırmacı: Yaptığınız deney sonunda bağımlı ve bağımsız değişkenleri belirleyebilir misiniz?

Ö2: Bağımsız değişkenler; İçeceğin türü, miktarı.

Ö3: Bağımlı değişkenler; pH ve asitliği.

Araştırmacı: Deney sonucunda hangi önermeye ulaştınız?

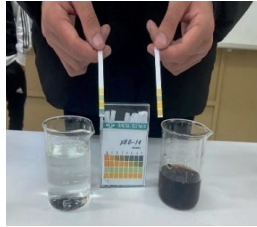
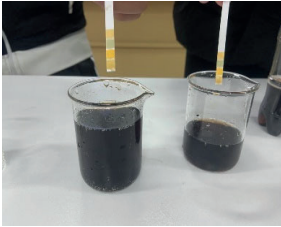
Ö1: Farklı gazlı içeceklerin miktarı farklı olsa bile asitlikleri farklıdır.

Ö2: Aynı gazlı içeceğin miktarı farklı olsa bile asitliği aynıdır.

Ö3: Farklı gazlı içeceklerin asitlikleri farklıdır.

Fotoğraf 4

Etkinlik Sırasında Yapılan Deneylerden Bazı Görüntüler



Grup 2: Araştırma sorusu: Gazoz ve sade maden suyundan hangisi daha asidik-tir? (Lise 9. sınıf)

Araştırmacı: Deneyde hangi malzemeleri kullanacaksınız?

Ö1: Sade gazoz, sade maden suyu ve iki adet balon.

Araştırmacı: Deneyde kullanacağımız gazlı içeceklerin hangi özelliklerine bakmanız gerekir?

Ö2: Balonları içeceklere taktığımızda hangisi balonu daha fazla şişirse o içekte daha fazla asit yapıcı gaz var anlarız.

Ö3: Ama aynı anda balonları takmalıyız.

Araştırmacı: Hangi tür içeceğin daha asidik olduğunu nasıl belirlersiniz?

Ö3: Balonların şişme büyüklüğünden anlayabiliriz demek ki içine daha fazla gaz dolduğunu anlamış olurum. Yani CO₂ gazı demek istiyorum.

Araştırmacı: İçecekleri karşılaştırmak için neleri sabit tutmalısınız?

Ö4: İçecek miktarı, ortam ve aynı anda taktığımız balonlar.

Ö5: Evet yoksa CO₂ gazı kaçır ve istediğimiz sonucu alamayız.

Araştırmacı: Deney sonucunuz nasıl çıktı?

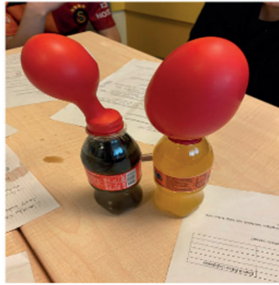
Ö5: Sade gazoz, sade maden suyuna göre balonu biraz daha fazla şişirdi ama çok da belirgin bir fark yaratmadı. Hazımsızlıkta yine de gazozu tercih ederiz.

Araştırmacı: İçecek miktarı gazlı içeceğin asidik özelliğini etkiler mi? Deneyerek bulunuz.

Ö5: Balonların şişme miktarını değiştirdi ama birbirlerine göre oranı değişmedi.

Fotoğraf 5

Etkinlik Sırasında Yapılan Deneylerden Bazı Görüntüler



Grup 3: Araştırma sorusu: Kola mı portakallı gazlı içecek mi mide ağrısına daha iyi gelir? (Lise 9. sınıf)

Araştırmacı: Deneyde hangi malzemeleri kullanacaksınız?

Ö1: Kola, portakallı gazlı içecek, pH kâğıdı ve iki adet balon

Araştırmacı: Deneyde kullanacağınız gazlı içeceklerin hangi özelliğine bakmanız gerekir?

Ö2: Balonların şişme miktarına bakabiliriz ayrıca pH kağıdıyla da kontrol etmiş oluruz hangisi daha asidik öğreniriz.

Araştırmacı: Hangi tür içeceğin daha asidik olduğunu nasıl belirlersiniz?

Ö3: pH kağıdıyla hangisinin daha asidik olduğunu öğrenebiliriz. Hem balonun şişmesi ile karşılaştırmış oluruz.

Öğretmen: İçecekleri karşılaştırabilmek için neleri sabit tutmalısınız?

Ö3: İçecek miktarı, ortam ve aynı anda balonlara pH kâğıdı koyup ters çevirmeliyiz ve aynı anda şişelere geçirmeliyiz.

Ö4: Evet yoksa gaz kaçar ve sonuç alamayız.

Araştırmacı: Deneyinizin sonucunu olarak ne buldunuz?

Ö6: Bir süre bekleyince koladaki balon daha fazla şişti yani hazımsızlığa daha iyi gelir.

Ö7: Ama pH değerlerine bakınca portakallı gazlı içecek daha asidik duruyor.

Ö8: Evet kolada daha fazla asit yapıcı gaz yani CO_2 var fakat portakallı gazlı içecekdeki meyve aroması, portakal sanırım, içeceğe asitlik verdiği için CO_2 gazı miktarı az ölçsek de asitliği fazladır yani hazımsızlıkta portakallı gazlı içecek daha etkilidir.

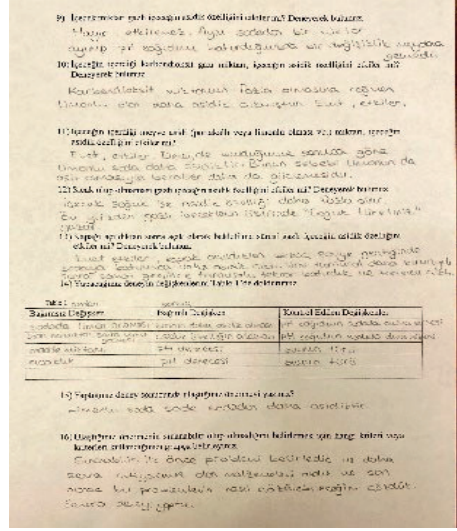
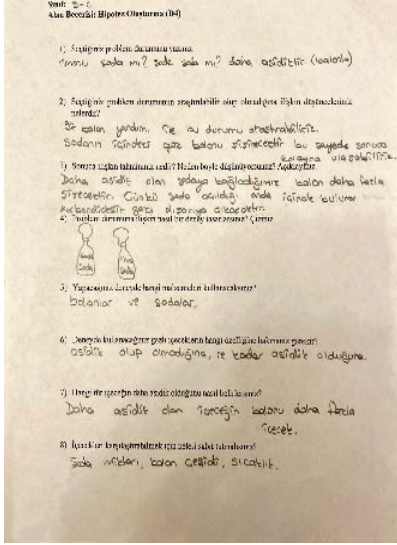
Araştırmacı: İçecek miktarı gazlı içeceğin asidik özelliğini etkiler mi? Deneyerek bulunuz.

Ö6: Balonların şişme miktarını değiştirdi ama birbirlerine göre oranı değişmedi.

Bu sürecin ardından her iki sınıfta da öğrenciler grupça yapacakları deneyi planlamış ve nasıl yapacaklarını etkinlik yaprağında detaylı bir şekilde açıklamıştır. Şekil 6'da öğrencilerin doldurmuş olduğu etkinlik yapraklarından örnekler görülmektedir.

Fotoğraf 6

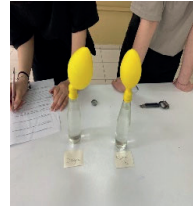
Etkinlik Yaprağının İlk Sayfasından Bazı Görseller



Deneyi gerçekleştirdikten sonra öğrenciler etkinlik yaprağında sorulan soruları yanıtlamıştır. Öğrenciler deney sonuçlarına göre çeşitli önermeler sunmuş ve sundukları önermelerin sınanabilir olup olmadığını belirlemek için hangi kriteri kullandıklarını açıklamışlardır.

Fotoğraf 7

Etkinlik Sırasında Yapılan Deneylerden Bazı Görüntüler



Öğrenciler deneylerini yapıp önermelerini sunduktan ve etkinlik yaprağını cevapladıktan sonra son testi yine bireysel olarak cevaplamıştır. Son test başarı testi (Ek 1) için 20 dakika süre ayrılmıştır.

Bulgular

Öğretim süreci boyunca öğrencilerin hipotez oluşturma becerisinin süreç bileşenlerini ne düzeyde kullanabildiği izlenmiştir. Tablo 3 ve Tablo 4'te çalışmaya katılan 9. ve 10. sınıftaki öğrencilerin ön test ve son test sorularına verdikleri yanıtların değişimi görülmektedir.

Tablo 3

Lise 9. Sınıf Öğrencilerinin Hipotez Oluşturma Becerilerine İlişkin Ön Test-Son Test Yanıtları

| Önerme | Ön test | | | Son test | | |
|---|---------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| | Etkiler | Etkilemez | Cevap yok | Etkiler | Etkilemez | Cevap yok |
| Gazlı içeceğin türü asitlik özelliğini..... | 27 | - | 2 | 29 | - | - |
| Gazlı içeceğin sıcaklığı asitlik özelliğini..... | 23 | 5 | 1 | 29 | - | - |
| Gazlı içeceğin miktarı asitlik özelliğini..... | 2 | 27 | - | - | 28 | 1 |
| Gazlı içeceğin kapağının açıldıktan sonraki süresi gazlı içeceğin asitlik özelliğini..... | 29 | - | - | 29 | - | - |

Tablo 3'e göre, hipotez oluşturma becerisinin süreç bileşenleri arasında yer alan önerme sunma becerisini ölçen ön test sorularına öğrencilerin büyük çoğunluğu yanıt vermiştir. Nitekim "Gazlı içeceğin türü asitlik özelliğini etkiler" önermesi 27 öğrenci tarafından doğru yanıtlanmıştır. Öğretim öncesinde önermeyi tamamlamayan iki öğrenci son testte aynı önermeyi doğru yanıtlamıştır. Doğru önerme sunma açısından en düşük başarı "Gazlı içeceğin sıcaklığı asitlik özelliğini etkiler" önermesidir. Bu önerme ön testte 23 öğrenci tarafından doğru yanıtlanırken, son testte öğrencilerin tümü söz konusu önermeyi doğru şekilde tamamlayabilmiştir. Ön testte 5 öğrenci gazlı içeceğin sıcaklığının asitlik özelliğini etkilemeyeceğini düşünmüştür. Gazların çözünürlüğü konusunu henüz öğrenmemiş olan bu öğrencilerin önermeyi sunmada hata yapması beklenebilir. Öte yandan aynı öğrenciler hipotez oluşturma becerisinin öğretimine yönelik etkinlik sonrasında söz konusu önermede hata yapmamıştır.

Gazların çözünürlüğü konusunu öğrenmiş olmalarına rağmen, lise 11. sınıf öğrencilerinin önerme sunma sürecinde 9. sınıf öğrencilerine kıyasla ön testte daha fazla hata yapmıştır (Tablo 4). 5 öğrenci “Gazlı içeceğin sıcaklığı asitlik özelliğini etkilemez” hatalı önermesini kullanırken, 6 öğrenci “Gazlı içeceğin miktarı asitlik özelliğini etkiler” hatalı önermesini kullanmıştır. Tablo 4’e göre etkinlik sonrasında bu öğrenciler önermelerini değiştirmiş ve doğru önermeleri savunur hale gelmiştir.

Tablo 4

Lise 11. Sınıf Öğrencilerinin Hipotez Oluşturma Becerilerine İlişkin Ön Test ve Son Test Yanıtları

| Önerme | Ön test | | | Son test | | |
|--|---------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| | Etkiler | Etkilemez | Cevap yok | Etkiler | Etkilemez | Cevap yok |
| Gazlı içeceğin türü asitlik özelliğini..... | 24 | 2 | - | 26 | - | - |
| Gazlı içeceğin sıcaklığı asitlik özelliğini..... | 21 | 5 | - | 26 | - | - |
| Gazlı içeceğin miktarı asitlik özelliğini..... | 6 | 19 | 1 | 1 | 25 | - |
| Gazlı içeceğin kapağının açıldıktan sonraki süresi gazlı içeceğin asitlik özelliğini | 24 | 2 | - | 26 | - | - |

Ön test ve son testte öğrencilerden kullandıkları önermeleri açıklamaları ya da gerekçelendirmeleri de istenmiştir. Açık uçlu olarak tasarlanan bu soruya 9. sınıf öğrencilerinin vermiş olduğu yanıtların içerik analiz sonuçları Tablo 5 ve Tablo 6’da görülmektedir. Tablo 5’te öğretim öncesi (ön test), Tablo 6’da ise öğretim sonrası (son test) önermelerine ilişkin sundukları gerekçelendirmelerin analizi verilmiştir.

Tablo 5*Lise 9. Sınıf Öğrencilerinin Öğretim Öncesi Önermeleri*

| Önermelerin Gerekçelendirilmesi (Ön Test) | |
|--|--|
| Gazlı içeceğin türü asitlik özelliğini..... | <p>Etkiler çünkü;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Her içeceğin pH değeri farklıdır. ✓ CO₂ miktarı içeceğin asitlik özelliğini değiştirir. ✓ İçeceklerin pH değerleri azaldıkça asitlikleri artar. Her içeceğin pH değeri farklıdır. |
| Gazlı içeceğin sıcaklığı asitlik özelliğini..... | <p>Etkiler çünkü;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Dışarıda bırakılan gazlı içeceği örneğin kolayı açtığımızda fıs sesini neredeyse duymayız. Ama buzdolabından çıkarınca bu sesi daha çok duyarız. ✓ Soğuk içecekleri içince ağzımıza daha fazla CO₂ gazı gelir. ✓ Sıcaklık artarsa asitlik azalır. ✓ Sıcaklık artarsa pH artar, asitlik azalır. ✓ Sıcaklık asit oranını düşürür. ✓ Gazlı içeceklerin farklı sıcaklıklarda asitlik özelliği değişir çünkü CO₂ gazını etkiler. <p>Etkilemez çünkü;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Asitliği sadece sıvının cinsi etkiler. ✓ Sıcaklık bir maddenin pH değerini değiştirmez bu yüzden asitliğini değiştirmez. ✓ Sıcaklık artıkça ya da azaldıkça tepkime gerçekleşmediği için asitlik değişmez. ✓ Örneğin kola güneş altında kalsa da asitliği yani pH'ı değişmez. ✓ Mesela saf suyu ısıtsak bile pH değeri yine 7 olur. |
| Gazlı içeceğin miktarı asitlik özelliğini..... | <p>Etkiler çünkü;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ İçeceğin miktarı artıkça doğru orantılı olarak asitlikte artar. ✓ Miktar artıkça içinde gördüğümüz baloncuk miktarı da artar. <p>Etkilemez çünkü;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Miktarın değişmesi içeceğin CO₂ gazı oranını değiştirmeyeceği için asitlik özelliğini değiştirmez. |
| Gazlı içeceğin kapağının açıldıktan sonraki süresi gazlı içeceğin asitlik özelliğini | <p>Etkiler çünkü;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ pH derecesi değişir. ✓ Kapağı açıldıktan sonra CO₂ gazı çıkışı olur. Asitliği değişir. ✓ CO₂ gazı çıkışı olur. Asitliği azalır. ✓ İlk içtiğimizde ve bekleyip içtiğimizde tadı farklı olur. ✓ CO₂ gazı kaçar ve havaya karışır. ✓ Bekletilince kabarcık miktarı yani asitliği azalır. |

Tablo 5'te ön testte bazı öğrencilerin değişkenler arası ilişkiyi ters yönde ifade eden önermelerde buldukları ve bu önermelerini bilimsel olmayan fikirlerle destekledikleri anlaşılmaktadır. Örneğin “Gazlı içeceğin miktarı asitlik özelliğini etkiler” önermesini desteklemek amacıyla “İçeceğin miktarı artıkça doğru orantılı olarak asitlik de artar.” ve “Miktar artıkça içinde gördüğümüz baloncuk miktarı da artar.” şeklindeki ikincil önermeler sundukları görülmektedir. Miktar ile asitlik arasında kurulan bu ilişki bilimsel açıdan doğru olmadığı gibi bilimsel ilke, yasa ve kuramlardan yola çıkılarak oluşturulmuş bir önerme değildir.

Tablo 6'da ise, öğretim etkinliği tamamlandıktan sonra, öğrenciler gazlı içecek miktarı ile asitlik özelliği arasındaki ilişkiyi bilimsel açıdan doğru ifade edebilmiş ancak gazların çözünürlüğünü bilmedikleri için önermelerini bilimsel ilke, yasa ve kuramlarla destekleyememiştir.

Tablo 6*Lise 9. Sınıf Öğrencilerinin Öğretim Sonrası Önergeleri*

| Önergelerin Gerekçelendirilmesi (Son test) | |
|--|--|
| Gazlı içeceğin türü asitlik özelliğini..... | <p>Etkiler çünkü;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Meyveli oluşu asitliği değiştirir. ✓ İçeceğin içindeki CO₂ gazı ve meyveli oluşu asitliği değiştirir. Çünkü CO₂ gazı ve meyve aroması asit özelliğindedir. ✓ CO₂ gazı miktarı fazla olan içecek balonu daha fazla şişirdi ve pH kağıdı ile bakıldığında daha asidik çıktı. ✓ İçeceklerin meyveli oluşu, meyvede asidik olduğundan içeceklerin daha asidik olmasını sağladı. |
| Gazlı içeceğin sıcaklığı asitlik özelliğini..... | <p>Etkiler çünkü;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Soğuk ortamda CO₂ gazı miktarı artacağı için asitlik artar. ✓ Soğuk ortamda asitli içeceğin asit karakteri artar. ✓ CO₂ gazı soğukta daha fazla çözünür. ✓ İçeceklerin üzerinde soğuk içiniz yazmasının sebebi CO₂ gazının soğukta daha fazla çözmesidir. |
| Gazlı içeceğin miktarı asitlik özelliğini..... | <p>Etkilemez çünkü;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Miktarın değişmesi içeceğin asitlik özelliğini ve pH değerini değiştirmez. ✓ Miktar ve asitlik özellik arasında ilişki yoktur. |
| Gazlı içeceğin kapağının açıldıktan sonraki süresi gazlı içeceğin asitlik özelliğini | <p>Etkiler çünkü;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ CO₂ gazı çıkışı olur ve pH değeri değişir. |

Tablo 6’da ön testte gazlı içeceğin sıcaklığı ile asitlik özelliği arasındaki ilişkiyi bilimsel olarak doğru kuramayan öğrenciler, etkinlik sonrasında değişkenler arası ilişkiyi doğru kurabilmişlerdir. Önergelerine ilişkin gerekçelendirmelerinde “CO₂ gazı soğukta daha fazla çözünür.” ve “İçeceklerin üzerinde soğuk içiniz yazmasının sebebi CO₂ gazının soğukta suda daha fazla çözünmesidir.” şeklinde gazların suda çözünmesine ilişkin bilimsel ilkeleri kullanmışlardır.

Tablo 7 ve Tablo 8’de 11. sınıf öğrencilerinin ön testte değişkenler arası yanlış ilişkili önermeler kurdukları görülmektedir. Tablo 7’de değişkenler arası ilişkileri doğru kurmuş olan öğrencilerin önermelerini oluştururken bilimsel ilke, kavram ve kuramlarla oluşturmadıkları anlaşılmaktadır. Oysaki Lise 11. sınıf seviyesindeki öğrencilerin gazların sudaki çözünürlüğü, çözünürlük dengesini ve Le Chatelier ilkesini kimya dersinde öğrenmiş oldukları düşünülmektedir. Hipotez oluşturma becerisine yönelik uygulanan etkinlik sonrasında aynı öğrencilerin söz konusu bilimsel ilkelerden yararlanarak “Soğukta karbondioksit çözünür.”, “Soğukta karbondioksit daha hızlı çözünür.” ve “Sıcaklık çözünürlüğü etkiler.” şeklindeki bilimsel fikirlerle önermelerini destekledikleri görülmektedir. Tablo 7 ve Tablo 8’de Lise 11. sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi ve öğretim sonrası önermelerini gerekçelendirmeleri görülmektedir.

Tablo 7*Lise 11. Sınıf Öğrencilerinin Öğretim Öncesi Önermelerini Gerekçelendirmeleri*

| Önermelerin Gerekçelendirilmesi (Ön test) | |
|--|--|
| Gazlı içeceğin türü asitlik özelliğini..... | Etkiler çünkü; *CO ₂ gazı ne kadar eklendiyse ona göre değişir. *Bulunduğu gaz miktarına göre değişir. *Farklı olan her markada asit miktarı değişkenlik gösterir. |
| Gazlı içeceğin sıcaklığı asitlik özelliğini..... | Etkiler çünkü; *Sıcakta kalan asitli içecek ne kadar fazla kalırsa o kadar asidi artar *Sıcaklık yüksek olursa asit değeri azalır. *Sıcak hava asidin etkisini yitirmesine sebep olur. *İçeceği sıcakta beklettiğimizde içecek dönüşüme uğrar ve asidik özelliği azalır. |
| Gazlı içeceğin miktarı asitlik özelliğini..... | Etkiler çünkü; *Ne kadar fazla olursa o kadar fazla asit olur. *Miktarı ne kadar artarsa asitlik özelliği de o kadar artar. Etkilemez çünkü; *Asit seviyesi aynı kalır. *Miktar ne kadar olursa olsun asitlik özelliği aynıdır. *Miktarın artıp azalması bir şey değiştirmez. Asit ona göre ayarlanmıştır. *Aynı özelliğe sahip olduğu için asitlik özelliğini etkilemez. |
| Gazlı içeceğin kapağının açıldıktan sonraki süresi gazlı içeceğin asitlik özelliğini | Etkiler çünkü; *Gittikçe asitlik özelliğini kaybeder. *Asidi azalır çünkü kapağı açık kalıp durdukça asidi kaçar. *Zaman geçtikçe içindeki CO ₂ gazı azalır. *Sıcak havaya maruz kalır. Asitlik özelliğini kaybeder. *Hava sıkıştırdığı için asit yüksek olur. Açıldığı zaman hava serbest kaldığından asidi azalır. |

Tablo 8*Lise 11. Sınıf Öğrencilerin Öğretim Sonrası Önermelerini Gerekçelendirmeleri*

| Önermelerin Gerekçelendirilmesi (Son test) | |
|--|---|
| Gazlı içeceğin türü asitlik özelliğini..... | Etkiler çünkü; *Örneğin maden suyu ve kola arasındaki asitlik değeri farklıdır. *İçindeki karbondioksit farklılığı *İçindeki CO ₂ oranı farklı olduğundan *Karbondioksit oranı her içerde aynı olmuyor. *İçindeki meyvenin aroması vs. asidik özelliğini farklı yapar. |
| Gazlı içeceğin sıcaklığı asitlik özelliğini..... | Etkiler çünkü; *Soğukta karbondioksit çözünür. *Sıcak olan ürünün asitliği azalır] *Soğukta karbondioksit daha hızlı çözünür. *Sıcaklık çözünürlüğü etkiler. *Soğudukça pH artar. *Sıcaklık artması asitlik özelliğini kaybetmesine sebep olur. |
| Gazlı içeceğin miktarı asitlik özelliğini..... | Etkiler çünkü; *Ne kadar çok meyve olursa o kadar asidik olur. Meyve asitlik özelliğini etkiler. Etkilemez çünkü; *Asitlik değeri aynı kalır. *pH'ları aynı kalır. |
| Gazlı içeceğin kapağının açıldıktan sonraki süresi gazlı içeceğin asitlik özelliğini | Etkiler çünkü; *Çok bekletilirse karbon dioksit azalır. *Açık kalan süre boyunca asitlik azalır. *Çok bekletilirse CO ₂ gazı uçar. *Ağzı açık bir içeceğin asidi kapalı olana göre daha az olur. |

Tablo 7 ve Tablo 8 incelendiğinde, öğrencilerin değişkenler arasındaki ilişkilendirmeyi doğru yapmış olsalar dahi gerekçelendirmelerinin türünde farklılıklar olduğu görülmektedir. Örnek olarak “Gazlı içeceğin türü asitlik özelliğini etkiler” önermesini oluşturan öğrenciler öğretim öncesinde “CO₂ gazı ne kadar eklendiyse ona göre değişir”, “Bulundurduğu gaz miktarına göre değişir.” gibi genel fikirler kullanırken, öğretim sonunda “İçindeki meyvenin aroması, asidik özelliğini farklı yapar”, “Ne kadar çok meyve olursa o kadar asidik olur, “Meyve asitlik özelliğini etkiler” , “Maden suyu ve kola arasındaki asitlik değeri farklıdır” gibi önermeler ekleyerek etkinlikte yapmış oldukları deney bulgularını kullanmışlardır.

Öğretim sürecinde öğrenciler tarafından doldurulmuş olan etkinlik yaprağı hipotez oluşturma becerisinin süreç bileşenleri açısından detaylı biçimde incelenmiştir. Etkinlik yapraklarının analiz sonuçları Tablo 9 ve Tablo 10’da görülmektedir. Tablo 9’da 9. sınıf öğrencilerinin bireysel olarak doldurmuş oldukları etkinlik yapraklarının analiz sonuçları, Tablo 10’da ise 11. sınıf öğrencilerinin grup olarak doldurmuş oldukları etkinlik yapraklarının analiz sonuçları verilmektedir.

Tablo 9

Lise 9. Sınıf Öğrencilerinin Hipotez Oluşturma Becerisinin Süreç Bileşenlerini Kullanma Durumları

| Öğrenci | Problemi tanımlamak | Neden-sonuç ilişkilerini belirlemek | Değişkenleri belirlemek | Değişkenleri kontrol etmek | Önerme sunmak |
|---------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------|
| Ö1 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö2 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö3 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö4 | X | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö5 | X | X | X | ✓ | ✓ |
| Ö6 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö7 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö8 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö9 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö10 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö11 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö12 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö13 | X | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö14 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö15 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö16 | X | X | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö17 | X | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö18 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | X |
| Ö19 | X | X | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö20 | ✓ | X | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö21 | ✓ | X | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö22 | ✓ | X | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö23 | X | X | ✓ | X | X |
| Ö24 | ✓ | ✓ | ✓ | X | ✓ |
| Ö25 | X | X | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö26 | X | ✓ | X | X | ✓ |
| Ö27 | X | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö28 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ö29 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | X |
| Toplam | 19 | 21 | 27 | 26 | 26 |

Etkinlik yapıları analiz edilirken hipotez oluşturma becerisinin alt becerileri olan süreç bileşenlerinin (problemi tanımlamak, neden-sonuç ilişkilerini belirlemek, değişkenleri belirlemek, değişkenleri kontrol etmek ve önerme sunmak) öğrenciler tarafından kullanım durumları incelenmiştir. Tablo 9'a göre, 19 öğrenci gazlı içeceklerle ilgili olarak araştırılacakları problemi tanımlayabilmiştir. Bu öğrencilerin problemi tanımlama becerisine sahip olduğu söylenebilir. 21 öğrenci, probleme konu olan değişkenler arasındaki neden sonuç ilişkilerini belirleyebilmişlerdir. Öte yandan öğrencilerin büyük çoğunluğu değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerilerini kullanabilmiştir. Bu öğrencilerin hipotez oluşturma sürecinin bir parçası olan değişkenler arası ilişkileri incelemek üzere tasarlayacakları deneydeki bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini manipüle etme becerilerini kazanmış olduğu söylenebilir. Benzer şekilde hipotez oluşturma sürecinin son bileşeni olan önermede bulunma veya önerme sunma becerisinin de öğrenciler tarafından kazanılmış olduğu görülmektedir.

Benzer analiz 11. sınıf öğrencileri için de gerçekleştirilmiştir. Etkinlik yapılarını grup olarak dolduran öğrenciler için Tablo 10'da öğrenci kodları yerine grup kodları kullanılmıştır. Dolayısıyla bu öğrencilerin bireysel becerileri yerine grupların becerileri belirlenebilmiştir. İki sınıftan toplam 11 tane grup öğretim etkinliğine katılmıştır.

Tablo 10

Lise 11. Sınıf Öğrencilerinin Hipotez Oluşturma Becerisinin Süreç Bileşenlerini Kullanma Durumları

| Grup | Problemi tanımlamak | Neden-sonuç ilişkilerini belirlemek | Değişkenleri belirlemek | Değişkenleri kontrol etmek | Önerme sunmak |
|---------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------|
| G1 | X | X | ✓ | ✓ | ✓ |
| G2 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| G3 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| G4 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| G5 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| G6 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| G7 | X | X | ✓ | ✓ | ✓ |
| G8 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| G9 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| G10 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| G11 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Toplam | 9 | 9 | 11 | 11 | 11 |

Tablo 10 incelendiğinde, iki grubun dışında grupların büyük çoğunluğunun araştıracakları problemi tanımlayabildikleri ve değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkisini belirleyebildikleri görülmektedir. G1 ve G7'yi oluşturan öğrencilerin problemi tanımlama ve neden sonuç ilişkilerini belirleme becerilerinin gelişmemiş olduğu söylenebilir. 11. sınıftaki öğrencilerin söz konusu becerileri kullanmadaki başarısı 9. Sınıftaki öğrencilerden daha yüksek çıkmıştır. Bu başarının gruptaki öğrencilerin birbirlerinin eksiklerini tamamlamasından mı yoksa gruptaki tüm öğrencilerin bu becerilere sahip olmasından mı kaynaklandığı belirlenememiştir.

Etkinlik yaprağı K12 Beceriler Çerçevesi: Türkiye Bütüncül Modeli Öğretmen Kılavuzunda (MEB, 2023b) yer alan rubrik ile analiz edilmiştir. Analiz için, Tablo 9'a göre hipotez oluşturmaya yönelik beceri kullanım düzeyleri farklı öğrenciler (Ö1, Ö5, Ö16, Ö27) seçilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 11'de görülmektedir. Hipotez oluşturma becerilerinin fazla bir değişkenlik göstermemesi ve etkinlik yapraklarını grupça doldurmuş olmaları nedeniyle 11. sınıf öğrencilerinin etkinlik yaprakları kılavuzda yer alan rubrik ile analiz edilmemiştir.

Tablo 11'e göre, öğrenci 1 rubriğin tüm maddelerinden yani hipotez oluşturma becerisinin tüm süreç bileşenlerinden tam puan almıştır. Bu çerçevede bu öğrencinin süreç bileşenlerini yeterli düzeyde kullanabildiği ve hipotez oluşturma becerisine sahip olduğu söylenebilir. Söz konusu öğrenci Tablo 9'a göre tüm süreç bileşenlerini kullanabilen bir öğrencidir. Tablo 9'a göre öğrenci 5, süreç bileşenlerinin ilk üçünü kullanmada başarısız olmuştur. Rubriğe göre aynı öğrenci ilk üç süreç bileşenini kısmen yeterli düzeyde kullanabilmektedir (Bkz. Tablo 11).

Tablo 11

Lise 9. Sınıf Öğrencilerinin Hipotez Oluşturma Becerisinin Süreç Bileşenlerini Kullanma Durumları

| Ölçütler | Geliştirilebilir (1Puan) | Kısmen yeterli (2 Puan) | Yeterli (3 Puan) | Ö1 Puan | Ö5 Puan | Ö16 Puan | Ö27 Puan |
|------------------------------------|--|--|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Problemi tanımlama | Kendisinin ve akranlarının sorduğu soruların araştırılabilir olup olmadığını belirlemek için kriterler geliştiremez. | Kendisinin ve akranlarının sorduğu soruların araştırılabilir olup olmadığını belirlemek için geçerli kriterler geliştiremez. | Kendisinin ve akranlarının sorduğu soruların araştırılabilir olup olmadığını belirlemek için kriterler geliştirir. | 3 | 2 | 2 | 2 |
| Neden sonuç ilişkilerini belirleme | Öncül ve ardıl etkiler üzerinden neden-sonuç ilişkisini belirleyemez. | Öncül ve ardıl etkiler üzerinden neden-sonuç ilişkisini kısmen belirler. | Öncül ve ardıl etkiler üzerinden neden-sonuç ilişkisini belirler. | 3 | 2 | 2 | 3 |
| Değişkenleri belirleme | Neden sonuç ilişkisi içeren problem durumlarındaki bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini doğru belirleyemez. | Neden sonuç ilişkisi içeren problem durumlarındaki bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini kısmen doğru belirler. | Neden sonuç ilişkisi içeren problem durumlarındaki bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini doğru belirler. | 3 | 2 | 3 | 3 |
| Değişkenleri kontrol etme | Bağımsız değişkeni değiştirerek bağımlı değişken üzerindeki etkisine ilişkin doğru denemeler yapamaz. | Bağımsız değişkeni değiştirerek bağımlı değişken üzerindeki etkisine ilişkin kısmen doğru denemeler yapar. | Bağımsız değişkeni değiştirerek bağımlı değişken üzerindeki etkisine ilişkin doğru denemeler yapar. | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Önerme sunma | Problemin çözümüne yönelik kriterler geliştiremez ve önermeler sunamaz. | Problemin çözümüne yönelik kriterler geliştirerek kısmen doğru önermeler sunar. | Problemin çözümüne yönelik kriterler geliştirerek doğru önermeler sunar. | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Toplam Puan | | | | 15 | 12 | 13 | 14 |

Tablo 11'e göre, öğrenci 16'nın rubrikten almış olduğu puan 13'tür. Bu öğrenci önceki analize göre problemi tanımlama ve neden-sonuç ilişkilerini belirleme becerilerinde başarılı olamamıştır. Buna karşın rubrik ile yapılan analiz sonucunda öğrencinin söz konusu becerileri kısmen yeterli düzeyinde kullanabildiği görülmüştür. Tablo 9'a göre öğrenci 27 problemi tanımlama süreç bileşenini kullanamadığı görülürken, Tablo 11'e göre söz konusu beceriyi kısmen yeterli düzeyde kullanabilmiştir. Sonuç olarak etkinlik kağıtlarının içerik analizi hipotez oluşturma becerisinin kullanımına ilişkin genel bilgi verirken, rubriklerin söz konusu becerinin ve süreç bileşenlerinin hangi düzeylerde kullanılabilirliğine ilişkin daha detaylı bilgi verdiğini söylemek mümkündür. Hazırlanan rubrik ile öğrencilerin hipotez oluşturma becerisinin yeterli, kısmen yeterli ve geliştirilebilir düzeyde olan süreç bileşenleri ve alt becerileri belirlenebilmiştir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Hangi disiplinde olursa olsun teorisyenler belirledikleri problemleri çözmek üzere önerilerde bulunmakta, modeller geliştirmekte ve materyaller tasarlamaktadır. Teoride önerilenlerin öğrenme ortamlarında uygulamalarının yapılması ve teori ile pratiğin örtüşme düzeyinin belirlenmesi başarı için önemlidir. Bu çerçevede K12 Beceriler Çerçevesi: Türkiye Bütüncül Modeli'nde (MEB, 2023a) yer verilen becerilerin sahada uygulamaya konulması amacıyla kılavuzların hazırlanması önemli bir kazanımdır. Bu çerçevede, becerilerin nasıl işe koşulacağını örneklerle göstermek amacıyla K12 Beceriler Çerçevesi: Türkiye Bütüncül Modeli Öğretmen Kılavuzu hazırlanmıştır (MEB, 2023b). Bu sayede pilot çalışmaların yapılması hem yapılanlara dönüt verecek hem de sonraki adımlarda yapılması gerekenlere ışık tutacaktır.

Bu düşünceden hareketle çalışmada, öğretmen kılavuzunda yer alan hipotez oluşturma becerisinin geliştirilmesi için tasarlanan etkinliklerin uygulanması hedeflenmiştir. Uygulama sürecindeki gözlemler ve araştırmadan elde edilen bulgular, hipotez oluşturmaya yönelik öğretim etkinliğinin öğrencilerin tüm süreç bileşenlerinin kullanım düzeylerini açığa çıkartarak, yeterli, kısmen yeterli ve geliştirilebilir düzeyde olan alt becerilerinin belirlenmesini sağlamıştır. Bulgular, öğrencilerin değişkenleri belirleme ve kontrol etme süreç bileşenlerini yeterli düzeyde kullandıklarını ancak problemi tanımlama ve neden-sonuç ilişkilerini belirleme süreç bileşenlerini kısmen yeterli düzeyde kullanabildiklerini ortaya koymuştur. Öğrencilerin önerme sunma süreç bileşeni kullandıkları fakat bilimsel ilke, yasa ve kuramlarla destekleyemediklerini görülmüştür. Sonuç olarak hipotez oluşturma becerisinin öğretimi hedefleyen etkinliğin, öğrencilerin hipotez oluşturma becerisini harekete geçirebildiği, becerilerin kullanıma düzeylerini açığa çıkarabildiği ve süreç bileşenlerini geliştirmede etkili olduğu söylenebilir.

Bu araştırmada K9-12 düzeyindeki lise grubundan K9 ve K11 olmak üzere iki farklı seviyede çalışma grubu olarak seçilmiştir. Farklı seviyedeki gruplarla karşılaştırmalı sonuçlar yapılarak daha kapsamlı bilgiler üretilebilir.

Araştırmada hipotez oluşturma becerisinin öğretim sürecinde gazlı içecekler bağlam olarak seçilmiştir. Bu bağlamın çok sayı ve çeşitlilikte hipotez oluşturma sürecini barındırdığı ve öğretim süreci öncesinde düşünülmeyen farklılıkta problem durumu ve soruların öğrenciler tarafından önerildiği gözlemlenmiştir. Hipotez oluşturma becerisinin süreç bileşenleri arasında yer alan birden fazla neden sonuç ilişkisini inceleme olanağı sunması bakımından bağlamın başarılı ve beceriyi geliştirmede etkili olduğunu söylemek olanaklıdır. Ayrıca gazlı içeceklerin kimya dersinde asitler, bazlar, gazların çözünürlüğü ve kimyasal denge konuları ile ilişkilendirilebilecek bir

bağlam olarak işlev gördüğü de söylenebilir. Hipotez oluşturma becerisi için özellikle lise (D3) düzeyi için kimyanın farklı konuları ile ilişkili olan ve birden fazla öncül ve ardıl etkiler üzerinden neden sonuç ilişkisi belirlemeyi olanaklı kılan bağlamlar seçilerek uygulamaların beceri edinimi sürecine olan katkıları belirlenebilir.

Kaynakça

- Aktamış, H., ve Ergin, Ö. (2007). Bilimsel süreç becerileri ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33 (33), 11-23. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/hunefd/issue/7805/102336>
- Applefield, J. M., Huber, R., and Moallem, M. (2000). Constructivism in theory and practice: Toward a better understanding. *The High School Journal*, 84(2), 35-53.
- Aslan, S., Ertaş Kılıç, H., ve Kılıç, D. (2016). *Bilimsel süreç becerileri*. Pegem Akademik Yayıncılık.
- Bayır, E., ve Kahveci, S. (2022). Ortaokul fen bilimleri ders kitaplarının bilimsel süreç becerileri açısından incelenmesi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 11(1), 253-262. <https://doi.org/10.30703/cije.1026825>
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Erkan Akgün, Ö., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2021). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (30. baskı). Pegem Akademi Yayıncılık.
- Creswell, J. W. (2012). Educational research: planning. *Conducting, and evaluating*, 260(1), 375-382.
- Derilo, R. C. (2019). Basic and integrated science process skills acquisition and science achievement of seventh-grade learners. *European Journal of Education Studies*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2652545>
- Dökme, İ. (2019). *Bilimsel muhakeme becerileri ile düşünme sanatı* (s. 1-6). Anı Yayıncılık.
- Driver, R. and Erickson, G. (1983). Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60. <https://doi.org/10.1080/03057268308559904>
- Ennis, R.H. (2015) Critical thinking: A streamlined conception. Davies M., Barnett R. (Eds.), In *The palgrave handbook of critical thinking in higher education*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/97811373780572>
- Facione, P. A. (2011). Critical thinking: What it is and why it counts. *Insigh Assessment*, 1(1), 1-23.

- Gabel, D. L. (1993). *Introductory science skills*. Waveland Press, Inc., PO Box 400, Prospect Heights, IL 60070.
- Gabel, D.L. (1993). *Handbook of research on science teaching and learning a project of the national science teachers association*. Macmillan and Shuster and Prentice Hall International.
- Gagne, R. M. (1985). *The conditions of learning and theory of instruction*. Holt, Rinehart and Winston.
- Glesne, C. and Peshkin, A. (1992). *Becoming qualitative researchers: An Introduction*. Longman.
- Green, F. (2011). *What is skill? an interdisciplinary synthesis*. Centre for Learning and Life Chances in Knowledge Economies and Societies.
- Hovardaoğlu, S. (2000). *Davranış bilimleri için araştırma teknikleri*. Vega Yayınları.
- Jack, G. U. (2013). The influence of identified student and school variables on students' science process skills acquisition. *Journal of Education and Practice*, 4(5), 16-22.
- Kabapınar, F. (2021a) “Pozitivist ve yorumlamacı felsefeyle ilişkisi bağlamında eğitim araştırmalarına bakmak”, *kuramdan uygulamaya sosyal bilgiler ve tarih öğretiminde eylem araştırmaları*, (Edt. Y. Kabapınar), PegemA.
- Kerlinger, F. N. (1973). *Multiple regression in behavioral research* (No. 04; HA31.3, K4.).
- Kılınç, B., ve Yazıcı, M. (2022). Türkiye’de fen eğitimi alanında tga tekniği kullanılarak yapılan lisansüstü tez çalışmalarının analizi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3), 276-300. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.1137261>
- MEB (2023a) *K12 Beceriler çerçevesi Türkiye bütüncül modeli*. MEB Yayinevi.
- MEB (2023b) *K12 Beceriler çerçevesi Türkiye bütüncül modeli öğretmen kılavuzu*. MEB Yayinevi.
- Miles, M.B. and Huberman, M.A. (1994). *Qualitative data analysis: An expand source book*. 2nd. Ed. Thousand Oaks.
- Mizrahi, M. (2020). Hypothesis testing in scientific practice: An empirical study. *International Studies in the Philosophy of Science*, 33(1), 1-21. <https://doi.org/10.1080/02698595.2020.1788348>

- Ngozi, P. O. (2021). Enhancing Science Process Skills Acquisition in Chemistry among Secondary School Students through Context-Based Learning. *Science Education International*, 32(4), 323-330. <https://doi.org/10.33828/sei.v32.i4.7>
- Paul, R., ve Elder, L. (2013). Eleştirel düşünme (Çev.: E. Aslan ve G. Sart). Nobel.
- Poincaré, H. (2022). *The foundations of science: Science and hypothesis, the value of science, science and method*. DigiCat.
- Schafersman, S. D. (1991). An introduction to critical thinking.
- Sternberg, R. J. (2019). Teaching and assessing gifted students in STEM disciplines through the augmented theory of successful intelligence. *High Ability Studies*, 30(1-2), 103-126. <https://doi.org/10.1080/13598139.2018.1528847>
- Stevens, C., and Witkow, M. R. (2014). Training scientific thinking skills: Evidence from an MCAT2015-aligned classroom module. *Teaching of Psychology*, 41(2), 115-121. <https://doi.org/10.1177/0098628314530>
- Sultan, Ş. A. N., ve İlhan, N. A. İ. L. (2022). Fen bilimleri dersi beceri temelli sorulara (yeni nesil) yönelik kuramsal ve kavramsal çerçeve. *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(17), 17-36. <https://doi.org/10.29129/inujse.1089655>
- Taibu, R., Mataka, L., and Shekoyan, V. (2021). Using PhET simulations to improve scientific skills and attitudes of community college students. <https://doi.org/10.46328/ijemst.1214>
- Tatar, N. (2006). *İlköğretim fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve tutuma etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Temiz, B. K., ve Tan, M. (2003). İlköğretim fen öğretiminde temel bilimsel süreç becerileri. *Eğitim ve Bilim*, 28(127).
- Temiz, B. K. (2020). Assessing skills of identifying variables and formulating hypotheses using scenario-based multiple-choice questions. *International Journal of Assessment Tools in Education*, (7)1, 1-17. <https://doi.org/10.21449/ijate.561895>
- Temiz, B. K., ve Tan, M. (2009). Lise 1. sınıf öğrencilerinin değişkenleri belirleme ve hipotez kurma becerileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17(1), 195-202. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kefdergi/issue/49070/626110>
- Türk Dil Kurumu, (2019). *Türkçe sözlük*. Türk Dil Kurumu Yayınları.

Vangundy, A. B. (1987). *Creative problem solving a guide for trainers and management*. New York Quorum Books.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2000). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.

Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27(2), 172-223. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2006.12.001>

Ekler

Ek 1: Etkinlik yaprağı

Ad:

Soyad:

Sınıf:

1) Seçtiğiniz problem durumunu yazınız.

2) Seçtiğiniz problem durumunun araştırılabilir olup olmadığına ilişkin düşünceleriniz nelerdir?

3) Sonuca ilişkin tahmininiz nedir? Neden böyle düşünüyorsunuz? Açıklayınız.

4) Problem durumuna ilişkin nasıl bir deney tasarlıyorsunuz? Çiziniz.

5) Yapacağınız deneyde hangi malzemeleri kullanacaksınız?

- 6) Deneyde kullanacağınız gazlı içeceklerin hangi özelliğine bakmanız gerekir?
- 7) Hangi tür içeceğin daha asidik olduğunu nasıl belirlersiniz?
- 8) İçecekleri karşılaştırabilmek için neleri sabit tutmalısınız?
- 9) İçecek miktarı gazlı içeceğin asidik özelliğini etkiler mi? Deneyerek bulunuz.
- 10) İçeceğin içerdiği karbondioksit gazı miktarı, içeceğin asidik özelliğini etkiler mi? Deneyerek bulunuz.
- 11) İçeceğin içerdiği meyve asidi (portakallı veya limonlu olması vb.) miktarı, içeceğin asidik özelliğini etkiler mi?
- 12) Sıcak olup olmaması gazlı içeceğin asidik özelliğini etkiler mi? Deneyerek bulunuz.
- 13) Kapağı açıldıktan sonra açık olarak bekletilme süresi gazlı içeceğin asidik özelliğini etkiler mi? Deneyerek bulunuz.
- 14) Yapacağınız deneyin değişkenlerini Tablo 1’de doldurunuz.

| Bağımsız Değişken | Bağımlı Değişken | Kontrol Edilen Değişkenler |
|-------------------|------------------|----------------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

15) Yaptığınız deney sonucunda ulaştığınız önermeyi yazınız?

16) Ulaştığınız önermenin sınanabilir olup olmadığını belirlemek için hangi kriteri veya kriterleri kullandığınızı grupça belirleyiniz.

Ek 2: Ön test- Son test soruları

Ad:

Soyad:

Sınıf:

Sevgili öğrenciler aşağıdaki tabloları ilgili kutucuğa X işareti koyarak doldurunuz.

| Önerme | etkiler | etkilemez | Çünkü |
|---|----------------|------------------|--------------|
| Gazlı içeceğin türü asitlik özelliğini..... | | | |
| Gazlı içeceğin sıcaklığı asitlik özelliğini..... | | | |
| Gazlı içeceğin miktarı asitlik özelliğini..... | | | |
| Gazlı içeceğin kapağının açıldıktan sonraki süresi gazlı içeceğin asitlik özelliğini..... | | | |

| Özellik | artar | azalır | değişmez | Çünkü |
|--|--------------|---------------|-----------------|--------------|
| Gazlı içeceğin sıcaklığı artarsa asitlik özelliğini..... | | | | |
| Gazlı içeceğin miktarı artarsa asitlik özelliği..... | | | | |
| Gazlı içecek kapağı açıldıktan sonra bekletilirse içeceğin asitlik özelliği..... | | | | |

1) Gazlı içeceklerin asidik bazik özelliklerini ne sağlar?

2) Gazlı içeceklerin pH değeri hangi durumda azalır?

Ek 3: Rubrik

| Ölçütler | Geliştirilebilir (1Puan) | Kısmen yeterli (2 Puan) | Yeterli (3 Puan) | Ö1 Puan | Ö5 Puan | Ö16 Puan | Ö27 Puan |
|------------------------------------|--|--|--|---------|---------|----------|----------|
| Problemi tanımlama | Kendisinin ve akranlarının sorduğu soruların araştırılabilir olup olmadığını belirlemek için kriterler geliştiremez. (Mide hazımsızlıklarında hangi tür içeceklerin içilmesi gerektiğine ilişkin soru belirleyemez) | Kendisinin ve akranlarının sorduğu soruların araştırılabilir olup olmadığını belirlemek için geçerli kriterler geliştiremez. (Mide hazımsızlıklarında hangi tür içeceklerin içilmesi gerektiğine ilişkin araştırılabilir soru belirleyemez) | Kendisinin ve akranlarının sorduğu soruların araştırılabilir olup olmadığını belirlemek için kriterler geliştirir. (Mide hazımsızlıklarında hangi tür içeceklerin içilmesi gerektiğine ilişkin araştırılabilir soru belirler) | 3 | 2 | 2 | 2 |
| Neden sonuç ilişkilerini belirleme | Öncül ve ardl etkiler üzerinden neden-sonuç ilişkisini belirleyemez. (Mide öz suyunun asidik özelliğini değiştirmek için bazı içecekler kullanılabileceğini söyler) | Öncül ve ardl etkiler üzerinden neden-sonuç ilişkisini kısmen belirler. (Mide öz suyunun asidik özelliğini değiştirmek için asidik içecekler ve su kullanılabileceğini söyler) | Öncül ve ardl etkiler üzerinden neden-sonuç ilişkisini belirler. (Mide öz suyunun asidik özelliğini değiştirmek için asidik içecekler kullanılabileceğini söyler) | 3 | 2 | 2 | 3 |
| Değişkenleri belirleme | Neden sonuç ilişkisi içeren problem durumlarındaki bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini doğru belirleyemez. (Verilen içeceklerin asidik özelliğini karşılaştırmak için kapaktan açıldıktan sonraki süresi, içeceklerin miktarını ve sıcaklığını kontrol etmesi veya sabit tutması gerektiğini belirleyemez) | Neden sonuç ilişkisi içeren problem durumlarındaki bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini kısmen doğru belirler. (Verilen içeceklerin asidik özelliğini karşılaştırmak için kapaktan açıldıktan sonraki süresi, içeceklerin miktarını ve sıcaklık değişkenlerinden en fazla ikisini kontrol etmesi veya sabit tutması gerektiğini belirler) | Neden sonuç ilişkisi içeren problem durumlarındaki bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini doğru belirler. (Verilen içeceklerin asidik özelliğini karşılaştırmak için kapaktan açıldıktan sonraki süresi, içeceklerin miktarını ve sıcaklığını kontrol etmesi veya sabit tutması gerektiğini belirler) | 3 | 2 | 3 | 3 |

| | | | | | | | |
|---------------------------|---|--|--|----|----|----|----|
| Değişkenleri kontrol etme | Bağımsız değişkeni değiştirerek bağımlı değişken üzerindeki etkisine ilişkin doğru denemeler yapamaz. (Gazlı içecek örneklerini değiştirerek içeceklerin asidik özelliğinin inceleneceği denemeler yapamaz) (Gazlı içecek örneklerinin miktarını değiştirerek içeceğin asidik özelliğinin inceleneceği denemeler yapamaz) (Karbon dioksit gazı miktarının, gazlı içecek örneklerinin asidik özelliğine olan etkisinin inceleneceği denemeler yapamaz) (Meyve asidi miktarının, gazlı içecek örneklerinin asidik özelliğine olan etkisinin inceleneceği denemeler yapamaz) (Sıcaklığın, gazlı içecek örneklerinin asidik özelliğine olan etkisinin inceleneceği denemeler yapamaz) (Kapağı açıldıktan sonra açık olarak bekletilme süresinin, gazlı içecek örneklerinin asidik özelliğine olan etkisinin inceleneceği denemeler yapamaz) | Bağımsız değişkeni değiştirerek bağımlı değişken üzerindeki etkisine ilişkin kısmen doğru denemeler yapar. (Gazlı içecek örneklerini değiştirerek içeceklerin asidik özelliğinin inceleneceği denemeler yapar) (Gazlı içecek örneklerinin miktarını değiştirerek içeceğin asidik özelliğinin inceleneceği denemeler yapar) (Karbon dioksit gazı miktarının, gazlı içecek örneklerinin asidik özelliğine olan etkisinin inceleneceği denemeler yapar) (Meyve asidi miktarının, gazlı içecek örneklerinin asidik özelliğine olan etkisinin inceleneceği denemeler yapar) (Sıcaklığın, gazlı içecek örneklerinin asidik özelliğine olan etkisinin inceleneceği denemeler yapar) (Kapağı açıldıktan sonra açık olarak bekletilme süresinin, gazlı içecek örneklerinin asidik özelliğine olan etkisinin inceleneceği denemeler yapar) (Yukarıdaki denemelerden bir veya birkaçını yapabildiği durumu) | Bağımsız değişkeni değiştirerek bağımlı değişken üzerindeki etkisine ilişkin doğru denemeler yapar. (Gazlı içecek örneklerini değiştirerek içeceklerin asidik özelliğinin inceleneceği denemeler yapar) (Gazlı içecek örneklerinin miktarını değiştirerek içeceğin asidik özelliğinin inceleneceği denemeler yapar) (Karbon dioksit gazı miktarının, gazlı içecek örneklerinin asidik özelliğine olan etkisinin inceleneceği denemeler yapar) (Meyve asidi miktarının, gazlı içecek örneklerinin asidik özelliğine olan etkisinin inceleneceği denemeler yapar) (Sıcaklığın, gazlı içecek örneklerinin asidik özelliğine olan etkisinin inceleneceği denemeler yapar) (Kapağı açıldıktan sonra açık olarak bekletilme süresinin, gazlı içecek örneklerinin asidik özelliğine olan etkisinin inceleneceği denemeler yapar) (Yukarıdaki denemelerin tümünü yapabildiği durumu) | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | etkisinin inceleneceği denemeler yapamaz) | Problemin çözümüne yönelik kriterler geliştiremez ve önermeler sunamaz. (Gazlı içeceğin türünün, asidik özelliğini etkileyeceğini söyleyemez) (Gazlı içeceğin miktarının değişmesi, asidik özelliğini değiştirmeyeceğini söyleyemez) (Gazlı içeceğin karbon dioksit gazı miktarının artmasının, asidik özelliğini artacağını söyleyemez) (Gazlı içeceğin meyve asidi miktarının artmasının, asidik özelliğini artacağını söyleyemez) (Gazlı içeceğin sıcaklığının artmasının, asidik özelliğini azaltacağını söyleyemez) (Kapağı açıldıktan sonra açık olarak bekletilme süresinin artmasının, gazlı içeceğin asidik özelliğini azaltacağını söyleyemez) (Yukarıdaki yanlış önermelerden bir veya birkaçını söylemesi) | Problemin çözümüne yönelik kriterler geliştiremez kısmen doğru önermeler sunar. (Gazlı içeceğin türünün, asidik özelliğini etkileyeceğini söyler) (Gazlı içeceğin miktarının değişmesi, asidik özelliğini değiştirmeyeceğini söyler) (Gazlı içeceğin karbon dioksit gazı miktarının artmasının, asidik özelliğini artacağını söyler) (Gazlı içeceğin meyve asidi miktarının artmasının, asidik özelliğini artacağını söyler) (Gazlı içeceğin sıcaklığının artmasının, asidik özelliğini azaltacağını söyler) (Kapağı açıldıktan sonra açık olarak bekletilme süresinin artmasının, gazlı içeceğin asidik özelliğini azaltacağını söyler) (Yukarıdaki önermelerden bir veya birkaçını söylemesi) | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Önerme sunma | Problemin çözümüne yönelik kriterler geliştiremez ve önermeler sunamaz. (Gazlı içeceğin türünün, asidik özelliğini etkileyeceğini söyleyemez) (Gazlı içeceğin miktarının değişmesi, asidik özelliğini değiştirmeyeceğini söyleyemez) (Gazlı içeceğin karbon dioksit gazı miktarının artmasının, asidik özelliğini artacağını söyleyemez) (Gazlı içeceğin meyve asidi miktarının artmasının, asidik özelliğini artacağını söyleyemez) (Gazlı içeceğin sıcaklığının artmasının, asidik özelliğini azaltacağını söyleyemez) (Kapağı açıldıktan sonra açık olarak bekletilme süresinin artmasının, gazlı içeceğin asidik özelliğini azaltacağını söyleyemez) (Yukarıdaki yanlış önermelerden bir veya birkaçını söylemesi) | Problemin çözümüne yönelik kriterler geliştiremez kısmen doğru önermeler sunar. (Gazlı içeceğin türünün, asidik özelliğini etkileyeceğini söyler) (Gazlı içeceğin miktarının değişmesi, asidik özelliğini değiştirmeyeceğini söyler) (Gazlı içeceğin karbon dioksit gazı miktarının artmasının, asidik özelliğini artacağını söyler) (Gazlı içeceğin meyve asidi miktarının artmasının, asidik özelliğini artacağını söyler) (Gazlı içeceğin sıcaklığının artmasının, asidik özelliğini azaltacağını söyler) (Kapağı açıldıktan sonra açık olarak bekletilme süresinin artmasının, gazlı içeceğin asidik özelliğini azaltacağını söyler) (Yukarıdaki önermelerden bir veya birkaçını söylemesi) | Problemin çözümüne yönelik kriterler geliştiremez doğru önermeler sunar. (Gazlı içeceğin türünün, asidik özelliğini etkileyeceğini söyler) (Gazlı içeceğin miktarının değişmesi, asidik özelliğini değiştirmeyeceğini söyler) (Gazlı içeceğin karbon dioksit gazı miktarının artmasının, asidik özelliğini artacağını söyler) (Gazlı içeceğin meyve asidi miktarının artmasının, asidik özelliğini artacağını söyler) (Gazlı içeceğin sıcaklığının artmasının, asidik özelliğini azaltacağını söyler) (Kapağı açıldıktan sonra açık olarak bekletilme süresinin artmasının, gazlı içeceğin asidik özelliğini azaltacağını söyler) (Yukarıdaki önermelerin tümünü söylemesi) | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Toplam Puan | | | | 15 | 12 | 13 | 14 |