

BUHARLAŞMA VE KAYNAMA KONUSUNA YÖNELİK REHBER MATERYAL GELİŞTİRME VE ÖĞRENCİ GÖRÜŞLERİ¹

Serdar Varinlioğlu², Fulya Öner Armağan³, Oktay Bektaş⁴

ÖZ

Bu araştırmanın amacı, fen bilimleri dersi “Buharlaşma ve Kaynama” konusunda rehber materyaller geliştirmek, materyalleri 5. sınıf öğrencileri ile uygulamak ve materyaller ve uygulama ile ilgili öğrenci görüşlerini almaktır. Çalışmanın katılımcılarını 2020-2021 öğretim yılında Milli Eğitim Bakanlığına bağlı bir devlet ortaokulu 5. sınıfında öğrenim gören 10 öğrenci oluşturmuştur. Çalışmada, kullanılan rehber materyallerin geliştirilme ve uygulama süreçlerine ayrıntılı şekilde yer verilmiştir. Uygulama süreci ile ilgili öğrenci görüşlerini almak amacıyla, 5 öğrenciye 5 sorudan oluşan görüşme formu uygulanmıştır. Görüşme formunun analizinde betimsel analiz kullanılmıştır. Araştırma sonucunda; öğrenciler rehber materyallerin konunun öğrenilmesinde ve günlük hayatla ilişkilendirilmesinde yardımcı olduğunu, öğretmen-öğrenci ve öğrenci-öğrenci ilişkilerini olumlu olarak arttırdığını ifade etmişlerdir. Buradan hareketle, araştırmacılar fen bilimleri derslerinin farklı konularına yönelik uygulanabilecek rehber materyallerin hazırlanması önerisinde bulunmuşlardır.

Anahtar kelimeler: 5E öğrenme döngüsü modeli, rehber materyal geliştirme, buharlaşma, kaynama.

GUIDANCE MATERIAL DEVELOPMENT FOR THE TOPIC OF EVAPORATION AND BOILING AND STUDENTS’ VIEWS

ABSTRACT

This study aims to develop guidance materials on the topic of evaporation and boiling within the Science course, to use the materials with 5th grade students, and to find out the students’ opinions about the implementation of these materials. The participants consist of 10 students studying in a public middle school in the 2020-2021 academic year. The development and implementation processes of the guidance materials are described in detail in the article. A semi-structured interview consisting of 5 questions was conducted with 5 students to get their opinions about the implementation process. Descriptive analysis was used to analyze the interviews. The students expressed the view that the guidance materials were helpful in learning the topic, associating it with daily life, and increasing the teacher-student and student-student relationships. The researchers suggest that similar materials should be developed to teach different science topics.

Keywords: 5E learning cycle model, material development, evaporation, boiling.

Makale Hakkında:

Gönderim Tarihi: 03.09.2021

Kabul Tarihi: 03.02.2022

Elektronik Yayın Tarihi: 30.04.2022

¹ Etik kurul izni, Erciyes Üniversitesi Etik Komisyonundan 27 Nisan 2021 tarih ve 187 sayılı belge ile alınmıştır.

² Fen Bilimleri Öğretmeni, Mehmet Şehime Germirli Ortaokulu, serdarv38@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4025-2419>

³ Doç. Dr., Erciyes Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi, onerf@erciyes.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2085-1390>

⁴ Doç. Dr., Erciyes Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi, obektas@erciyes.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2562-2864>

GİRİŞ

Yapılandırmacı yaklaşıma göre öğrenme, öğrencilerin bildiklerini yeni fikir ve deneyimlerle ilişkilendirdikleri bireysel bir süreçtir. Aynı zamanda, öğrenenlerin fiziksel ve sosyal çevresi ile etkileşerek bilimsel anlayış geliştirdikleri bir süreçtir (Liang & Gabel, 2005). Bu süreçte öğrencilere problemleri çözmeleri ve kendi çabalarıyla keşif yapabilmeleri için öğrenme ortamları hazırlanmaktadır (Matthews, 1993). Yapılandırmacı yaklaşımda öğrencilerin aktif olacağı ve daha fazla sorumluluk almalarını sağlayacak öğrenme yaklaşımlarından yararlanılmaktadır. Bybee vd. (2006) tarafından geliştirilen 5E öğrenme döngüsü modeli, bu yaklaşımlardan biridir. 5E öğrenme döngüsü modeli, öğrencilerin, ön bilgilerini kullanarak yeni kavramları öğrenmesi kavram yanlışlarının tespit edilmesi, kavramsal değişimin sağlanması ve bildikleri bir kavramın daha derinlemesine anlaşılmasında kullanılan doğrusal bir süreçtir (Bybee vd., 2009; Duit & Treagust, 2003; Wilder & Shuttlesworth, 2005).

Bybee vd. (2006) göre, 5E öğrenme döngüsü modelinin doğrusal süreci, giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme, değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır. 5E öğrenme döngüsü modelinin her aşamasının sınıfta uygulanmasında rehber materyaller kullanılabilir. Rehber materyaller, öğrencilerin derse karşı ilgilerini ve başarılarını artırır (Töman vd., 2013). Ayrıca, soyut kavramları somutlaştırır, öğrenmeyi kalıcı hale getirirler, kavram yanlışlarının belirlenmesinde ve giderilmesinde etkilidirler (Chong vd., 2013; Hasja vd., 2020; Kolomuc vd., 2012).

Uluslararası alanda fen öğretimi ve öğrenimi üzerinde büyük bir etkisi olan 5E öğrenme döngüsü modeli, fen derslerinde kullanılan birçok rehber materyalin temeli haline gelmiştir (Bybee vd., 2006). 5E Öğrenme döngüsü modeli, fen dersleri için geliştirilen materyaller kullanıldığında öğrenci başarısını arttırmada daha etkilidir (Bybee vd. 2006; Coulson, 2002; Harrison & Treagust, 2001). Aynı zamanda 5E öğrenme döngüsü modeli, öğrencilerin fen dersine ilgilerini çekmede ve onlara ek motivasyon sağlamada (Boddy vd., 2003; Bybee vd., 2006; Tinnin, 2001) ve bilimsel muhakemelerinde artış sağlamada (Boddy vd., 2003) etkili olduğu için rehber materyal

geliştirmede tercih edilmiştir. 5E öğrenme döngüsü modelinin keşfetme ve derinleştirme aşamalarında tasarlanan etkinliklerin öğrencilerin bilimsel süreç ve sorgulama becerileri kazanmalarında katkısı vardır (Bybee vd., 2006). Bu aşamalarda öğretmenin hazırlayacağı rehber materyaller ile öğrencinin bilgiyi günlük hayatla ilişkilendirerek öğrenmesi sağlanır (Guzzetti vd., 1997).

Alan yazın incelendiğinde beşinci sınıf “Madde ve Değişim/Madde ve Doğası” ünitesinde bulunan ve öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip olduğu “Buharlaşma ve Kaynama” konusu ile ilgili birçok çalışma yapıldığı görülmektedir (Buluş Kırıkkaya & Güllü, 2008; Coştu vd., 2007; Demircioğlu vd. 2016; Karşı & Ayas, 2017; Lemma, 2013; Paik, 2015; Papageorgiou vd, 2008; Stein vd., 2008). Ancak “Buharlaşma ve Kaynama” konusuyla ilgili öğretmenlere yol gösterici rehber materyal geliştirme çalışması bulunmamaktadır. Bu çalışma beşinci sınıf “Madde ve Değişim/Madde ve Doğası” ünitesinde yer alan “Buharlaşma ve Kaynama” konusunda rehber materyal geliştirilerek kavram yanlışlarının tespit edilmesi ve giderilmesi açısından önem arz etmekte ve alandaki boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

“Madde ve Değişim/Madde ve Doğası” ünitesi ve içeriği 2018 yılında yürürlüğe giren fen bilimleri öğretim programı ile güncellenmiştir. Güncellenmiş konu ile ilgili Türkiye’de yapılan çalışmalar az sayıdadır (Akar, 2019; Bakır, 2019; Kurt, 2018; Sarıkaya, 2019; Usta Yılmaz, 2018). Buharlaşma ve kaynama konusu günlük yaşamda yaygın olarak kullanılmaktadır, ancak öğrenciler hala bu kavramları anlamada zorluk çekmektedirler. Çünkü bu kavramlar yüksek düzeyde bir soyutluğa sahip olan ısı ve sıcaklık gibi konularla ilişkilidir (Hasja vd, 2020). Öğrencilerin kavramları somut bir şekilde öğrenerek anlaması için deney vs. içeren çalışma yapılarının geliştirilmesi gerekir (Halim vd., 2018). Ayrıca hal değişimlerinden “Buharlaşma ve Kaynama” konusunu içeren bir rehber materyal çalışması olmaması sebebiyle “Buharlaşma ve Kaynama” ile ilgili rehber materyal geliştirme çalışmasının yapılması önem arz etmektedir. Bu çalışmada beşinci sınıf “Madde ve Değişim/Madde ve Doğası” ünitesinde yer alan “Buharlaşma ve Kaynama” konusuna uygun rehber materyal geliştirilmesi amaçlanmıştır. Materyaller, etkinliklerle

öğretmenlerin derslerinde kullanımlarına sunulmuştur. Ayrıca materyal geliştirilme aşamalarından detaylı şekilde bahsedilmesi bu konuda çalışacak araştırmacılar için örnek teşkil etmesi açısından önemlidir.

Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, fen bilimleri dersi “Buharlaştırma ve Kaynama” konusunda 5E öğrenme döngüsü modeline uygun rehber materyaller geliştirilmesi, materyallerin beşinci sınıf öğrencileri ile uygulanması ve materyaller ve uygulama ile ilgili öğrenci görüşlerinin alınması amaçlanmıştır.

ETKİNLİĞİN PLANLANMASI ve UYGULANMASI

Bu çalışma kapsamında Güngör Akgün’e (2018) göre rehber materyalin geliştirilme aşamaları takip edilmiştir. Her aşamada neler yapıldığı aşağıda açıklanmıştır:

1. *Konu ile ilgili alan yazın taramasının yapılması:* Birinci ve ikinci yazar, 5E öğrenme döngüsü modeli ve materyal geliştirmeyle ilgili alan yazında yapılan çalışmaları ve fen bilimleri dersi ders planı örneklerini incelemişlerdir (Ajaja vd., 2012; Özsevgeç, 2006; Wilder & Shuttleworth, 2005). Literatür taraması sonucunda, yazarlar buharlaştırma ve kaynama kavramları üzerine materyal geliştirmeye karar vermişlerdir çünkü buharlaştırma ve kaynama öğrencilerin birbirine karıştırdığı ve soyut olarak düşündükleri kavramlardır (Hasja vd, 2020).

2. *“Maddenin Hal Değişimi” ünitesinin kazanımlarının incelenmesi:* Materyalin hazırlandığı “Buharlaştırma ve Kaynama” konusu için önerilen ders saati ikidir. Ancak Covid 19 salgını sebebiyle ders sürelerinin 30 dakikaya indirilmesi sonucu araştırmacılar tarafından uygulama süresi 3 ders saati olarak revize edilmiştir. Konu ile ilgili “*Maddelerin ısı etkisiyle hâl değiştirebileceğine yönelik yaptığı deneylerden elde ettiği verilere dayalı çıkarımlarda bulunur.*” kazanımı, “*Sıvıların her sıcaklıkta buharlaştığı fakat belirli sıcaklıkta kaynadığı belirtilerek buharlaştırma ve kaynama arasındaki temel fark açıklanır.*” açıklaması ile verilmiştir. Bu genel kazanımdan hareketle araştırmacılar tarafından materyale “*Buharlaştırma sıvı maddelerin çevrelerinden ısı*

aldığını ve ısıyı alan maddenin soğuduğunu keşfeder.”, “*Sıvı maddelerin ısı etkisiyle her sıcaklıkta buharlaşabileceğine yönelik yaptığı deneylere dayalı çıkarımlarda bulunur.*”, “*Sıvı maddelerin ısı etkisiyle belirli sıcaklıkta kaynayabileceğine yönelik yaptığı deneylere dayalı çıkarımlarda bulunur.*” ve “*Buharlaştırma ve kaynama arasındaki temel farkları karşılaştırır, argüman oluşturarak tartışır.*” kazanımları da eklenmiştir.

3. *Rehber materyallerin geliştirilmesi:* Çalışmada kazanımlar temel alınarak 5E öğrenme döngüsü modeline uygun bir materyal geliştirilmiştir. Giriş aşamasında hazırlık soruları ve hikâye etkinliği (15 dakika), keşfetme aşamasında etkinlik keşfedelim deneyi (40 dakika), açıklama aşamasında buharlaştırma ve kaynama kavramlarının tanım ve farklarının olduğu tablo (10 dakika), derinleştirme aşamasında kavram karikatürü etkinliği (15 dakika), değerlendirme aşamasında akademik başarıyı ölçmek için çeşitli sorular (10 dakika) bulunmaktadır. Hazırlanan rehber materyal Ek 1’de verilmiştir.

4. *Rehber materyallere son şeklinin verilmesi:* Hazırlanan etkinlik ve materyaller, kapsam geçerliği için iki fen bilgisi öğretmeni, iki fen eğitimcisi ve bir Türkçe öğretmenin görüşlerine sunulmuştur. Bu doğrultuda etkinlikte okunabilme kolaylığı sağlanmış, kelime ve cümle düzeyinde düzeltmeler yapılmıştır. Örneğin, “Kaynama, sıvının buhar basıncının dış basınca eşit olduğunda, sıvının her yerinden gaz kabarcıklarının çıkmasıdır.” ifadesinin beşinci sınıfa uyarlanarak daha basit bir tanımla “Buharlaştırmanın en yoğun olduğu ana kaynama denir” şeklinde değiştirilmiştir.

Etkinliğin günlük hayattan sorularla, ilgi çekici ve merak uyandırıcı hikâye ile başlamasına karar verilmiştir. Son basamak olan değerlendirmeye Bloom taksonomisine (1956) göre çeşitli düzeylerde sorular eklenmiştir. Örneğin, “*Yaz aylarının son günlerinde biber kurutma ve salça yapımında hangi hal değişimleri gerçekleşir? Bu olayların Sude’nin yaptığı etkinlik benzer yanlarını belirtiniz.*” açık uçlu sorusu analiz düzeyine yönelik bir soru iken “*Sıvı hâldeki bir maddenin ısı alarak gaz hâlde geçmesine denir.*” bilgi düzeyinde bir soru olarak değerlendirmeye alınmıştır.

5. *Geliştirilen rehber materyallerin uygulanması:* Rehber materyalleri uygulamak için, katılımcılar amaçlı örnekleme kullanılarak seçilmişlerdir. Amaçlı örnekleme, durumların derinlemesine incelenmesine fırsat verir (Patton, 1987; aktaran: Yıldırım & Şimşek, 2013). Çalışma grubu, İç Anadolu bölgesinde yer alan bir devlet ortaokulunun beşinci sınıfında öğrenim gören 10 öğrenciden (dokuz kız, bir erkek) oluşmaktadır. Uygulama öncesinde Etik Kurulundan 27 Nisan 2021 tarih ve 187 başvuru nolu izinler alınmıştır. Yayın etiğine uygun bir araştırma süreci takip edilmiştir. Rehber materyal etkinlikleri, öğretmen olan birinci araştırmacı tarafından yürütülmüştür.

6. *Rehber materyallerin pilot uygulaması:* Birinci yazar rehber materyalin pilot uygulamasını çevrim içi olarak 12 beşinci sınıf öğrencisiyle gerçekleştirmiştir. Etkinlikler, H5P adlı uygulama ile hazırlamıştır. Öğrenciler sunuma Zoom programı üzerinden ulaşmışlardır. Çevrim içi derste tartışma ortamı oluşturulmuştur. Birinci yazar etkinlik ve materyal açısından aksaklıkları tespit etmiştir. Daha sonra yazarlar bu aksaklıkları revize etmişlerdir. Bu doğrultuda yazarlar “Etkinlikle Keşfedelim” deneyinin süresini 20 dakikadan 40 dakikaya uzatmışlardır. Öğrenciler bu etkinlikte malzemelere erişememiş ve kamerada deneylerini net olarak gösterememişlerdir. Ayrıca, bilgisayarlarını kullanırken sıkıntı yaşamışlardır. Bu nedenle, yazarlar çalışmanın yüzyüze eğitimde uygulanmasına karar vermişlerdir.

7. *Nihai uygulama:* Birinci yazar, rehber materyali 3 ders saatinde uygulamıştır. Birinci yazar, etkinlikleri yazılı materyal olarak öğrencilere dağıtmıştır. Öğrenciler bu materyalleri akıllı tahtadan da takip etmişlerdir. Birinci yazar, materyalin uygulanmasından önce sınıf ortamını düzenlemiştir. Ayrıca, derste kullandığı araç gereçleri hazırlamış ve gerekli güvenlik önlemlerini almıştır. Etkinliğin aşamaları giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirmedir ve aşağıda ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Giriş Aşaması

Dersin girişinde öğretmen sorular sorarak öğrencilerin konuyu merak etmelerini ve motive olmalarını sağlamıştır. Rehber materyalde çaydanlığın ağız kısmından çıkan

buharın görüldüğü resim vardır (Ek 1). Öğretmen öğrencilerin bu resmi kısa bir süre incelemelerini ve çalışma kâğıdına fikirlerini yazmalarını istemiştir. Öğretmen öğrencilere ne düşündüklerini sormuştur. Bu aşamada geçen diyalog şu şekildedir:

Öğretmen: Çalışma kâğıdındaki bu resimde ne görüyorsun?

Ceren: Çaydanlıkta su kaynatırken çıkan buhar resmi öğretmenim.

Öğretmen: Su kaynıyor mu sence bu resimde?

Ceren: Şeyy (kararsız bir şekilde) Evet.

Öğretmen: Pekiii, günlük yaşamında resimdeki görüntüye tanıklık ettin mi hiç?

Ceren: Evet. Mutfakta su kaynatırken.

Öğretmen: Çaydanlığın ağzından çıkan buharın oluşmasının sebebi nedir sence?

Ceren: Su ısı aldıkça buhar çıkar öğretmenim.

Öğretmen: Günlük yaşamında başka hangi durumlarda buhar gördüğünü söyler misin?

Ceren: Annem ütü yaparken buharı gördüm.

Öğretmen, öğrencinin konuyla ilgili fikirlerini ortaya koymalarını sağlamak istemiştir. “Su kaynıyor mu sence bu resimde?” gibi sorularla öğrencilerin zihinlerinde soru işaretleri oluşturarak keşfetmeye hazır hale getirmiştir. Öğretmen verilen diyalogtaki gibi öğrencilerin olası kavram yanlışlarını giriş aşamasında belirlemeye çalışmıştır. Bu kısımda öğretmen birkaç öğrencinin cevaplarını almış, cevaplarını alamadığı öğrencilerin çalışma kâğıtlarını incelemiştir. Kavram yanlışlığı ya da hazırlanmışlık düzeyleri tespit edilmiştir (Önerilen süre: 5 dakika).

Öğretmen “buharlaştırma” ile ilgili Ek 1’de verilen hikâyeyi öğrencilere okutmuştur. Hikâyede geçen diyaloglara göre öğrencilerin hangi karakterin doğru söylediğini çalışma kâğıdına yazmaları istenmiştir.



Fotoğraf 1. Hikâye Etkinliğindeki Katılım Sürecine Ait Bir Görsel

Birkaç dakika öğrenciler cevaplarını yazdıktan sonra öğrencilerden birkaçına söz hakkı verilmiştir (Fotoğraf 1). Öğretmen, öğrencilere ne düşündüklerini sormuştur. Bu aşamada geçen diyalog şu şekildedir:

Öğretmen: Sizce Sude'nin karpuzda meydana gelen serinlemenin sebebini sorduğu sorusuna en doğru cevabı kim vermiştir?

Banu: Bence abisi öğretmenim.

Öğretmen: Neden abisi sence peki?

Banu: Çünkü güneş sıcak olduğu için karpuzu ısıtır ve buharlaşır ve bunun için abisi.

Sena: Bence de abisi. Çünkü bu olayda buharlaşma anlatılmış, abisi doğru anlatmış.

Öğretmen: Pekâlâ çocuklar. Sude'nin annesi ya da kardeşini doğru bulan yok mu?

Sınıf: Hayır öğretmenim.

Öğrencilerin sundukları görüşleri ispatlamak için deney tasarımları istenmiştir. Öğrenciler çalışma kâğıdına tasarladıkları deneyleri yazmıştır. Birkaç öğrenciye söz verilmiştir. Bu aşamada geçen diyalog şu şekildedir:

Öğretmen: Peki, siz Sude'nin yerinde olsaydınız bu seçtiğiniz açıklamaları desteklemek için hangi deneyi yapardınız/tasarladınız?

Banu: Suyu ocağa koyardım ve buharlaşma olayını izlemeye başladım.

Ayça: Ben buharlaşma deneyi yapardım. Kanıtlamak için suyu güneşin altına koyardım.

Elif: Çaydanlıkta su kaynatma deneyi yapardım.

Öğretmen: Sude'nin hikâyesinde gerçekleşen bu olaya ait benzer bir etkinliğini yapalım...

Sınıf: Yaşasın!!!

Öğrencilerin tasarladığı deney ile keşfetme aşamasına geçilmiştir. Böylece hikâye ile deney arasında bağ kurulmuştur. Öğretmen hem giriş soruları hem de hikâyeye verilen yazılı ve sözlü cevaplar ile alan yazında sık karşılaşılan kavram yanlışlarını tespit etmiştir. Örneğin, Ceren "Çaydanlıktan çıkan her buhar çıkışı suyun kaynadığının kanıtıdır" şeklinde kavram yanlışına sahipti. Bu etkinlikte giriş aşamasının hikâye ve soruları ile öğrencinin yeni öğreneceği konu ile eski bilgileri arasında bağ kurmasına da yardımcı olması amaçlanmıştır (Önerilen süre: 10 dakika).

Keşfetme Aşaması: Keşfedelim Deneyi

Öğretmen öğrencilerin kaynama ve buharlaşma arasındaki farkı keşfetmeleri amacıyla keşfetme aşamasında bir deney yaptırmıştır. Öğrenciler her biri iki kişiden oluşan gruplara ayrılmışlardır. Öğrenciler bu etkinlik için beş grup oluşturmuşlardır. Öğretmen her gruba beher, su, saç ayak, ispirto ocağı, termometre ve cam kapak vermiştir. Öğretmen deneyin yapılış aşamalarını öğrencilere şu yönergeler ile vermiştir:

- Bir beher içerisine su doldurunuz.
- Su dolu beheri saç ayak üzerine koyunuz.
- Beherin içine termometre koyunuz.
- Alta yerleştirilen ispirto ocağı yakınız.
- Belirli süre aralıklarında beherdeki su hareketlerini gözlemleyiniz.
- Beherin ağzına cam kapak yerleştiriniz ve kısa süre sonra kaldırınız.

Öğretmen deneye başlarken şu yönergeyi vermiştir: "Sevgili arkadaşlar, lütfen saatinizi kontrol ediniz. Her 3 dakikada bir sıcaklığı ölçünüz. Ölçtüğünüz değeri çalışma kâğıdındaki tabloya not ediniz." Öğretmen, öğrencilerin gözlemlerini açıklamalarını sağlamış ve gruplar arası fikir alışverişine izin vermiştir. Bazı gruplar problemlerinin üstesinden gelmek için öğretmeninden yardım istemiştir. Öğretmen, her öğrencinin deneye katılmasını sağlamıştır (Fotoğraf 2). Deney esnasında yaşanan bazı diyaloglar şu şekildedir:

Öğretmen: Isıtılmaya devam edilen suyun en son hali ne oldu? Beherde su kaldı mı?

Grup 1: İşte bu! Bizim beherdeki suyun tamamı buhar oldu öğretmenim. En önce bizimki bitti!

Grup 2: Bakın! Çıkan buhar artmaya başladı öğretmenim, beherdeki su miktarı çok az kaldı.



Fotoğraf 2. Termometre Değeri Okuma Görseli

Bybee ve diğerlerine (2006) göre öğrenciler somut olarak deneyi yaptığında konuyu keşfederler. Bu etkinlikte aynı zamanda öğrencilerin bilimsel süreç becerileri kazanmaları beklenmiştir. Deneyden sonra öğrencilere sorular yöneltilmiştir:

Öğretmen: Beherglasın ısıtılması esnasında ne gibi değişimler gözlemlediniz?

Cem: Isı çoğaldıkça beherglasın derecesi arttı ve buharlar çıkmaya başladı.

Ceren: Isı değişimi oldu. Buharlaşma gerçekleşti. Son dakikalarda buharlaşma arttı.

Sena: Derecesi yükseldi.

Nil: Kabarcıklar çıktı ve sıcaklık arttı.

Ayça: Buharlaşma gözlemledim. Kırmızı çizginin artması ve kaynama.

Öğretmen: Beherglasın ısıtılması esnasında buhar çıkması olayının adı nedir?

Naz: Buharlaşma ve kaynama.

Cem: Buharlaşma.

Banu: Kaynama.

Öğretmen: Her sıcaklıkta buhar gözlemledin mi? Buna kaynama diyebilir miyiz?

Naz: Bu işte bir gariplik var öğretmenim o zaman sanırım bu olaya buharlaşma diyebiliriz. Kaynama değil.

Banu: Peki kaynama nedir öğretmenim?

Öğretmen: Ona da geleceğiz.

Kavram yanılgısı olan öğrencinin gözlemleri ve öğretmenin yönlendirici sorusu ile kafası karışmıştır. Kavramla ilgili olan gerçeği kendiliğinden keşfetmiştir. Sınıf içi etkinlik sürecindeki diyalogtan bir kesit sunulmuştur:

Öğretmen: Deneyden ve gözlemlerinizi hareketle buharlaşma ve sıcaklık artışı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Sena: Ben kâğıttaki tabloya not aldım ölçümlemleri öğretmenim. Her ısındıkça sıcaklığın artmasını gözlemledim.

Öğretmen: Bu ilişkiyi nasıl kurdun peki?

Sena: Termometrede okuduğum derece arttıkça buharın arttığını gözlemledim. Böyle giderse sıcaklık artınca ısınca buharlaşma artar.

Öğretmen: Aferin. Bir sonraki soruya geçelim.

Öğretmen: Son aşamada suyun tamamının buhar olması olayının adı nedir?

Cem: Suyun buhar olması kaynamadır.

Öğretmen: Eee peki buharlaşma değil midir?

Banu: Değildir öğretmenim. Buharlaşma her sıcaklıkta baştan beri oluyordu.

Öğretmen: O zaman buharlaşma ve kaynama farklı şeylerdir diyorsun?

Banu: Farklıymış. Ben aynı zannediyordum. Her buhar çıkmasına kaynama diyordum.

Öğretmen: Sen ne gibi farklar keşfettin?

Banu: Buharlaşma her sıcaklıkta oldu ama 95 derecenin üzerinde fokurdamalar oldu ve kaptaki su çabucak gaz hale geçti. Buna ben kaynamadır diyorum. Şaşırdım çünkü ben evde çaydanlıktan her buhar çıktığında kaynama diyordum.

Öğretmen sorularla öğrencilerin buharlaşma ve kaynama arasındaki farkları keşfetmelerini sağlamıştır (Önerilen süre: 40 dakika). Öğrenciler *“Buharlaşan sıvı maddeler çevrelerinden ısı alır, bunun da ısı alınan maddenin soğumasına neden olduğunu keşfeder.”* kazanımını edinmişlerdir.

Açıklama Aşaması

Bu aşamada sınıf ortamında öğrencilerin bir önceki basamakta keşfettiği bilgiyi kendi cümleleriyle açıklaması sağlanmıştır. Öğretmen, öğrencileri deneyde elde ettikleri sonuçları açıklamaları için teşvik etmiş, bilimsel tartışma ortamı yaratarak bilimsel açıklamalar yapmalarını sağlamıştır. Öğretmen, öğrencilerden giriş aşamasında hikâyede sorulan sorulara verdikleri cevapları gözden geçirmelerini ve keşfetme basamağında yapılan deneysel etkinliğin çıkarımlarını ifade etmelerini istemiştir.

Öğretmen: Geçen dersin başında size buhar çıkan bir resim gösterdim. Sonrasında Sude'nin yaşadığı bir hikâye okuduk. Ve yaptığınız deneyde buharlaşma ve kaynama olaylarını gözlemlediniz. Verileri kaydettiniz. Deney bulgularından ne sonuçlar çıkardınız?

Ceren: Buharlaşma ve kaynama birbirine çok benziyor öğretmenim. Ama ikisinde de sıvı halden gaz hale geçti beherdeki su. Ancak bazı farkları var. Buharlaşma ölçtüğümüz sıcaklıklar arasında hep gerçekleşirken; kaynama en sonda, bir anda, oldu.

Banu: Özellikle son kısmı çok daha eğlenceliydi öğretmenim. Ben kaynamayı, deneyin sonunda beherin içindeki suyun tamamının buharlaşması olarak açıklayabilirim.

Öğretmen: Pekii, kaynamayı suyun bir anda sıvı halden gaz hale geçmesi, aynı anda tamamının buharlaşması olarak tanımladınız. Beher içindeki su ısıtıldıkça buhar çıkışı oldu mu?

Cem: Evet öğretmenim sürekli buhar çıktı.

Öğretmen: Bu olaya buharlaşma mı diyoruz?

Cem: Sıvı ısı aldıkça buharlaşma oldu.

Öğretmen: Peki Sude'nin hikâyesinde buharlaşma var mıydı?

Cem: Evet öğretmenim. Güneşte bekletilen karpuz suları buharlaşmıştı.

Öğretmen: Buharlaşma o zaman her sıcaklıktaki sıvılarda gerçekleşir diyebilir miyiz?

Cem: Evet. Her sıcaklıkta oldu. Mesela ilk ölçtüğümüz sıcaklık 20 dereceydi. O andan itibaren ısıtıldıkça buhar çıkmaya başladı.

Öğretmen: Gözlemlerinize göre sıcaklık arttıkça buharlaşma artar mı sizce?

Nil: Evet artar öğretmenim. Su ısıtıldıkça özellikle sonlara doğru daha fazla arttı.

Öğretmen: Her buhar çıkması olayı kaynama mıdır o zaman?

Banu: Hayır öğretmenim. Kaynama suyun tamamının bir anda belli bir sıcaklıkta buharlaşmasıdır.

Öğretmen: Kaynamanın başladığını nasıl anlarız?

Ceren: Fokurdamalar veya kabarcıklar oluştuğu zaman öğretmenim.

Öğretmen: Başka buharlaşma ve kaynama arasındaki farkları söylemek isteyen var mı?...

Öğretmen, öğrenciler üzerinde kavramsal değişimi sağlamıştır. Buna ek olarak çalışma kâğıdında buharlaşma, kaynama ve farklarının yer aldığı tablo şeklinde notlardan yararlanmaları gerektiğini belirtmiştir (Fotoğraf 3) (Önerilen süre: 10 dakika).



Fotoğraf 3. Açıklama Okuma Görseli

Böylece öğrenciler “Buharlaşan sıvı maddeler çevrelerinden ısı alır, bunun da ısı alınan maddenin soğumasına neden olduğunu

keşfeder.”, “Sıvı maddelerin ısı etkisiyle her sıcaklıkta buharlaşabileceğine yönelik yaptığı deney verilerine dayalı çıkarımlarda bulunur.” ve “Sıvı maddelerin ısı etkisiyle belirli sıcaklıkta kaynayabileceğine yönelik yaptığı deney verilerine dayalı çıkarımlarda bulunur.” kazanımlarını edinmişlerdir.

Derinleştirme Aşaması: Kavram Karikatürü

Öğretmen, öğrencilerin yeni deneyimlerle daha fazla bilgiye ulaşmalarını sağlamak için “Kavram Karikatürü-Çaydanlıktaki Su Ne Zaman Kaynar?” kavram karikatürünü incelemelerini istemiştir. Öğrenciler bir süre karikatürü incelemişlerdir (Ek 1’ e bakınız). Öğretmen “karikatürde sizce hangi karakter annesinin sorusuna doğru cevap vermiştir?” “Neden?” şeklinde sorular sorarak karikatürde gerçekleşen diyaloglar üzerinden bilimsel tartışma ortamı oluşturmuştur. Belirlenen beş heterojen grup önce küçük grup tartışması sonra büyük grup tartışması yapmıştır (Fotoğraf 4).



Fotoğraf 4. Küçük Grup Tartışması Görseli

“Tartışma esnasında saygı, izin isteyerek konuşma gibi kurallara uyalım arkadaşlar. Ayrıca her grup adına aranızdan seçeceğiniz sözcülerin konuşmasını istiyorum. Böylece sınıfta gürültü engellenebilir.” şeklinde yönerge verilmiştir. Gruplar argümanlarını oluştururken önceki aşamalarda elde ettikleri verileri kullanabileceği, gerekçe oluşturabileceği, hatta diğer grupların iddialarını çürütebileceği vurgulanmıştır. Tartışma esnasında yaşanan bir diyalog kesiti verilmiştir:

Öğretmen: Karikatürde sizce hangi karakter annesinin sorusuna doğru cevap vermiştir? Neden? Hangi grup cevap vermek ister?

Grup 1: Öğretmenim bizce Mete'nin “Bence kaynaması için yüzeyinde kabarcık meydana gelmesi yeterlidir.” ifadesi doğrudur.

Grup 2: Yıldız'ın “Suyun içinde kabarcıklar varsa kaynamaya başlar” ifadesi doğrudur.

Öğretmen: Diğer gruplar ne düşünüyor?

Grup 3: Bizim gruba göre Yıldız.

Grup 4 ve 5: Yıldız

Öğretmen: Grup 1 Mete'yi seçtiniz. Neden?
Grup 1: Çünkü yüzeyde kabarcık çıkarsa kaynamış, buhar çıkarsa buharlaşma demektir.

Öğretmen: Grup 2 siz neden Yıldız'ı seçtiniz?

Grup 2: Çünkü suyun içinde kabarcıklar varsa kaynamaya başlar.

Öğretmen: Grup 3, neden Mete değil?

Grup 3: Öğretmenim biz de grup 2 ile aynı düşünüyoruz. Kaynaması için yüzeyinde kabarcık meydana gelmesi yeterli değildir. Kanıtı da yaptığımız deneyde kabarcıklar olmasına rağmen henüz kaynama tamamlanmadı. Kabarcıkların oluşması kaynamanın başlangıç belirtisidir.

Öğretmen: Grup 1, Grup 3'ün ifadelerine karşılık söylemek istediğiniz bir şey var mı?
Grup 1: Hatamızı fark ettik. Kaynama belirtisinin kabarcık olmasından dolayı Mete'yi seçmiştik.

Öğretmen: Sonuç olarak herkes Yıldız'ın doğru söylediği konusunda anlaştı. Grup 2 ve 3'ün belirttiği gibi Yıldız doğru cevabı vermiştir. Çünkü kaynamanın başlamasının belirtisi fokurdama, kabarcıkların oluşmaya başlaması olur. Bir önceki deneyde de kabarcıklar oluşmaya başladığında kaynama başlamıştı.

Grup 2, 3, 4 ve 5: (sevinçli bir şekilde)
Tekrar etkinlik yapalım öğretmenim!!!

Diyaloglarda görüldüğü gibi tüm öğrencilerin katılımıyla büyük grup tartışması tamamlanmıştır (Önerilen süre: 15 dakika). Bu aşama ile yapılandırılan bilgi daha sağlam bir hale gelir (Bybee vd., 2006). Bu aşama ile öğrenciler “Buharlaşma ve kaynama arasındaki temel farkları karşılaştırır, argüman oluşturarak tartışır.” kazanımını edinmişlerdir.

Değerlendirme Aşaması

Bu aşamada, yazarlar öğrencilerin kazanımları edinip edinmediğini ya da kavram yanlışlarını düzeltip düzeltmediklerini belirlemişlerdir. Bu doğrultuda yazarlar ilgili alan yazını (Saraç, 2018) ve Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) ölçme değerlendirme soru havuzunu (MEB Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü Destek Materyal, 2021) kullanarak çeşitli soru tiplerinde (açık uçlu, çoktan seçmeli, doğru yanlış ve boşluk doldurma) sorular

hazırlamışlar ve ölçme değerlendirme yapmışlardır (Fotoğraf 5).



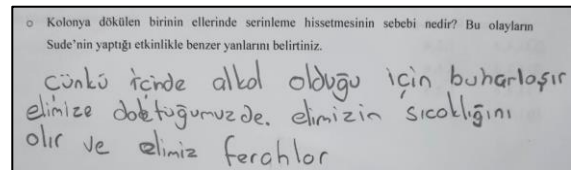
Fotoğraf 5. Değerlendirme Süreci Görseli

Örneğin, “Buharlaşan sıvı maddelerin çevrelerinden ısı aldığını ve ısı veren maddenin soğuduğunu keşfeder.” kazanımını ölçmek için Fotoğraf 6'daki “Kolonya dökülen birinin ellerinde serinleme hissetmesinin sebebi nedir? Bu olayların Sude'nin yaptığı etkinliklerle benzer yanlarını belirtiniz” açık uçlu sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Öğretmenin söz hakkı verdiği öğrencilerden bazıları soruyu şu şekilde cevaplamıştır:

Naz: Elimiz terliyse, kolonya döktüğümüzde buharlaşma olduysa elimiz serinler.

Elif: Yaz aylarında genellikle buharlaşma işimize yarar.

Cem: Elimize kolonya döktüğünüz zaman kolonyadaki sıvı ellerimizden ısı alarak buharlaşır. Vücudumuz aynı hikayede karpuz gibi serinler.



Fotoğraf 6. Çalışma Kâğıdındaki Açık Uçlu Soruya Verilen Öğrenci Cevabına Ait Görsel

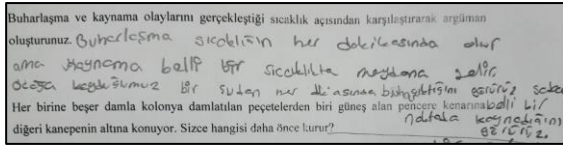
Öğrencilerin portfolyolarına koydukları çalışma kâğıtlarına bu soruda yazdıkları cevaplar incelendiğinde hepsinin buharlaşma olayının etkili olduğunu belirttiği görülmüştür. Bazı öğrencilerin Naz ve Elif gibi yüzeysel cevaplar verdiği, bazı öğrencilerin de Cem gibi detaylı bir şekilde nedenini yazdıkları görülmüştür.

“Sıvı maddelerin ısı etkisiyle her sıcaklıkta buharlaşabileceğine yönelik yaptığı deney verilerine dayalı çıkarımlarda bulunur.” kazanımını ölçmek için “(...) Buharlaşma belli bir sıcaklıkta, kaynama ise her sıcaklıkta

gerçekleşir.” doğru-yanlış sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin hepsi “Yanlış” cevabını vermiş ve açıklamalarını ortak bir şekilde bir öğrenci “Buharlaştırma sıvıda her sıcaklıkta gerçekleşebilirken kaynama saf maddelerde belli bir sıcaklıkta gerçekleşir” şeklinde ifade etmiş ve tüm sınıf onaylamıştır.

“Sıvı maddelerin ısı etkisiyle belirli sıcaklıkta kaynayabileceğine yönelik yaptığı deneylerden elde ettiği verilere dayalı çıkarımlarda bulunur.” kazanımını ölçmek için “I. Sıvılar her sıcaklıkta buharlaşır. II. Kaynama belli bir sıcaklıkta olur. III. Buharlaştırma sıvının her tarafında olur. Yukarıda verilenlerden hangisi ya da hangileri doğrudur? çoktan seçmeli sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Öğrencilerden sadece biri “D) I, II ve III” seçeneğini işaretlemiş ve yanlış yapmıştır. Diğer öğrencilerin hepsi çalışma kâğıdında “B) I ve II” seçeneğini işaretlemiştir ve doğru yapmıştır.

“Buharlaştırma ve kaynama arasındaki temel farkları karşılaştırır, argüman oluşturarak tartışır.” kazanımı için “Buharlaştırma ve kaynama olaylarını gerçekleştirdiği sıcaklık açısından karşılaştırarak argüman oluşturunuz.” açık uçlu sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Bu soruya verilen doğru bir yanıt Fotoğraf 7’de sunulmuştur.



Fotoğraf 7. Çalışma Kâğıdındaki Açık Uçlu Bir Soruya Verilen Cevaba Ait Görsel

Öğrencilerin portfolyolarındaki çalışma kâğıtlarındaki sorular incelendiğinde, öğrencilerin soruların çoğunluğunu doğru yanıtladığı görülmüştür. Tüm sınıf değerlendirme sürecine katılmıştır. Sürec içerisinde yapılan deney raporunun, çalışma kâğıtlarının öğrencinin portfolyosuna koyması istenmiştir (Önerilen süre: 10 dakika).

ETKİNLİĞİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Uygulama süreci ile ilgili öğrenci görüşlerini belirlemek amacıyla, gönüllülük esasıyla seçilen beş öğrenciye beş açık uçlu sorudan oluşan görüşme formu yöneltilmiştir. Sorular araştırmacılar tarafından hazırlanmış ve

sorularla ilgili bir fen bilgisi öğretmeni ve iki fen eğitimcisi görüş alınmıştır. Görüşme formunun analizi, betimsel analiz ile çözümlenmiştir. Veri analizinde; öğrenci görüşlerinin yazıya aktarılması, metin ile video kaydının teyit edilmesi, elde edilen verilerin kodlanması, kategorilerin oluşturulması ve uzman görüşünün alınması şeklinde aşamalar izlenmiş ve tablolar halinde sunulmuştur (Corbin & Strauss, 2007).

Öğrencilere yöneltilen ilk açık uçlu soru “Etkinliklerin buharlaştırma ve kaynama arasındaki farkları ayırt etmenize yardımcı olduğunu düşünüyor musunuz?” sorusu olmuştur. Katılımcıların tümü, etkinliklerinin buharlaştırma ve kaynama arasındaki farkları ayırt etmelerini sağladığını belirtmişlerdir. Nil, “Evet şimdi daha iyi ayırt edebiliyorum.” şeklinde ifade ederken; Naz, “Evet hocam. Etkinlikte kaynamayla ilgili bir soruda yanlış yapmışım. Yüzeyde kaynama yani yüzeyde baloncuklar oluştuğu zaman kaynamış demektir demiştim o sorunun cevabına. Ama yüzeyde baloncuklar oluştuğu zaman başlamıştır.” şeklinde ifade ederek etkinliklerin sık karıştırdıkları buharlaştırma ve kaynama konusunu ayırt etmelerini sağladığını ifade etmiştir.

Etkinliği değerlendirmek amacıyla sorulan ikinci açık uçlu soru şu şekildedir: “Dikkatinizi en fazla çeken etkinlik nedir? Neden?” Tablo 1’de görüldüğü gibi katılımcılardan üçü en dikkat çekici etkinliği kavram karikatürü ve hikâye olarak görürken ikisi etkinlikle keşfedelim deneyini gördüğünü belirtmiştir. Cem, kavram karikatürünü en dikkat çekici olarak görmesinin nedenini “İyi çünkü karikatürler gösteriyordu, anlatıyordu.” şeklinde ifade ederken, Ayça, “En çok termometre deneyini sevdim. Hem de konu daha çok aklımda kaldı” şeklinde ifade etmiştir.

Tablo 1. “Dikkat Çekici Etkinlik” Kategorisine İlişkin Kodlar

Katılımcılar	Kodlar
Naz	Hikâye
Ayça	Etkinlikle keşfedelim deneyi, hikâye
Elif	Kavram karikatürü, etkinlikle keşfedelim deneyi
Nil	Kavram karikatürü
Cem	Kavram karikatürü, hikâye

Çalışmada kullanılan üçüncü açık uçlu soru “Etkinliklerin, fen konularını günlük hayat ile ilişkilendirdiğini düşünüyor musunuz?” olmuştur. Katılımcılar etkinliklerin fen konularını günlük hayat ile ilişkilendirdiğini belirtmişlerdir (Tablo 2). Bu konuda Nil, “Evet, oradaki örneklerin konu anlatımlarını hayata ilişkilendirebiliyorum.” şeklinde görüş bildirmiştir.

Tablo 2. “Fen Konularını Günlük Hayatla İlişkilendirebilme” Kategorisine İlişkin Kodlar

Katılımcılar	Kodlar
Naz	Yemek yaparken
Ayça	Çay yaparken
Elif	Karpuzun serinlemesi
Nil	Kolonya dökerken
Cem	Çay yaparken

Dördüncü ve beşinci sorular, katılımcıların etkinliklerin olumlu ve olumsuz buldukları özellikleri üzerine olmuştur. Tablo 3’te görüldüğü gibi katılımcılardan biri etkinlikler hakkında olumlu ya da olumsuz bir ekleme yapmamış, dört katılımcı olumlu özelliklere ekleme yapmıştır. Bir öğrenci olumsuz ekleme yapmıştır. Cem, “Biraz daha karikatür olsaydı, resimlerle zenginleştirilmeli. Sorular azaltılmalı.” şeklinde olumsuz özelliği belirtmiş ve öneride bulunmuştur.

Tablo 3. “Olumlu-Olumsuz Özellikler” Kategorisine İlişkin Kodlar

Katılımcılar	Olumlu	Olumsuz
Naz	Yaşayarak öğrenme	-
Ayça	Etkili olması	-
Elif	-	-
Nil	Eğlenceli, daha iyi anlama	-
Cem	Aktif olma, kalıcı olma	Soru sayısı fazla, resim sayısı az

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada 5E öğrenme döngüsü modeli kullanılarak “Buharlaştırma ve Kaynama” konusuna yönelik bir rehber materyal geliştirilmiştir. 5E öğrenme döngüsü modeli, yeni kavramların öğrenilmesinin yanında bilinen bir kavramın derinlemesine anlaşılmasında kullanıldığı için (Bybee vd., 2006) tercih edilmiştir.

Alan yazındaki materyal geliştirme üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde genel olarak, kullanılan yöntem ve tekniklerin tanıtıldığı ve de etkinlik örnekleriyle konuların somutlaştırıldığı görülmektedir (Şaşmaz Ören vd., 2011; Ürek, 2020). Bu çalışmada geliştirilen materyal, 5E öğrenme döngüsü modeline göre, tartışma, kavram karikatürü, hikâye, deneysel etkinlikler içererek dersin farklı bölümlerinde konu somutlaştırılmıştır. Bu bağlamda yapılan materyal geliştirme çalışmalarının öğrenci, öğretmen ve araştırmacılara yardımcı olacağı düşünülmektedir. Hazırlanan bu materyal, çeşitli sosyokültürel ve farklı coğrafya şartlarında kullanılabilmesi için basit araç gereçlerle ve gündelik hayattan örnekler seçilerek hazırlanmıştır.

Çalışmada öğrenci görüşlerine göre rehber materyallerin konunun ve diğer fen kavramlarının öğrenilmesinde yardımcı olduğu, materyallerin fen konularını günlük hayatla ilişkilendirdiği, öğretmen-öğrenci ve öğrenci-öğrenci ilişkilerini ve başarıyı arttırdığı sonuçları tespit edilmiştir. Benzer şekilde birçok çalışma sonuçları da rehber materyallerin konunun öğrenilmesini kolaylaştırdığını (Appleton, 2002; Ürek, 2020) vurgulamaktadır.

5E öğrenme döngüsü modeline öğretim programlarında yer verildiği ve öğretmenler tarafından ders planlamalarında kullanılması gerektiği düşünülmektedir (MEB, 2018). Alan yazında araştırmacılar tarafından bu modele yönelik daha fazla çalışma yapılması gerekliliği bulunmaktadır (Wilder & Shuttleworth, 2005). Bu noktada, bu çalışmada geliştirilen rehber materyal gibi 5E öğrenme döngüsü modeline dayalı olarak fen bilimleri dersinin farklı öğrenim düzey ve konularına yönelik uygulanabilecek rehber materyallerin hazırlanması önerilmektedir. Ayrıca geliştirilen rehber materyalin öğrencilere uygulanarak öğrencilerde kavram yanılgısının giderilmesinde etkili olup olmadığına dair deneysel bir çalışma yapılabilir. Geliştirilen rehber materyal, beşinci sınıf düzeyinde olduğu için olabildiğince basitleştirilmiştir. Daha yüksek sınıf düzeylerinde geliştirilecek rehber materyaller anlatım ve zorluk derecesi bakımından geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

- Ajaja, O. P., & Eravwoke, U. O. (2012). Effects of 5E learning cycle on student's achievement in biology and chemistry. *Cypriot Journals of Educational Sciences*, 7(3), 244-262.
- Akar, H. (2019). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) temelli etkinliklerin 5. sınıf öğrencilerinin madde ve değişim ünitesindeki kavramları günlük yaşamla ilişkilendirmelerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Aksaray Üniversitesi.
- Akgün, A., Duruk, Ü., Gülmez Güngörmez, H., & Gülsuyu, F. (2018). Buharlaşma ve kaynama kavramlarına ilişkin anlayışların benzer bağlamlardaki tutarlılığı ve transferi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 72(3), 103-119.
- Appleton, K. (2002). Science activities that work: Perceptions of primary school teachers. *Research in Science Education*, 32(3), 393-410.
- Bakır, R. (2019). *Kavram karikatürü kullanılarak ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin madde ve değişim ünitesindeki kavramsal anlamalarının incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives, handbook: The cognitive domain*. David McKay.
- Boddy, N., Watson, K., & Aubusson, P. (2003). A trial of the five Es: A referent model for constructivist teaching and learning. *Research in Science Education*, 33(1), 27-42.
- Buharlaşma ve kaynama arasındaki fark nedir? (2021, 20 Ocak). <https://fizikdersi.gen.tr/buharlasma-kaynama-arasindaki-fark-nedir/>
- Buluş Kırıkkaya, E., & Güllü, D. (2008). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin ısı-sıcaklık ve buharlaşma-kaynama konularındaki kavram yanlışları. *İlköğretim Online*, 7(1), 15-27.
- Bybee, R., McCrae, B., & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An Assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865-883.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Office of Science Education, National Institutes of Health. <http://fremonths.org/ourpages/auto/2006/9/7/1157653040572/bscs5efullreport2006.pdf>
- Chong, V. D., Salleh, S. M., & AiCheong, I. P. (2013). Using an activity worksheet to remediate students' alternative conceptions of metallic bonding. *American International Journal of Contemporary Research*, 3(11), 39-52.
- Corbin, J., & Strauss, A. (2007). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Sage.
- Coştu, B., Ayas, A., & Ünal, S. (2007). Kavram yanlışları ve olası nedenleri: Kaynama kavramı, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 123-136.
- Coulson, D. (2002). *BSCS science: An inquiry approach--evaluation findings*. PS International.
- Demircioğlu, G., Demircioğlu, H., & Vural, S. (2016). 5E Öğretim modelinin üstün yetenekli öğrencilerin buharlaşma ve yoğunlaşma kavramlarını anlamaları üzerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(2), 821-838.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25, 671-688.
- Guzzetti, B. J., Williams, W. O., Skeels, S. A., & Wu, S. M. (1997). Influence of text structure on learning counterintuitive physics concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(7), 701-719.
- Güngör Akgün, Ö. (2018). *Yaşamımızdaki elektrikli araçlar ünitesine yönelik araştırma sorgulama yaklaşımına uygun rehber materyal geliştirilmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi.
- Halim, A., & Nanda, N. (2018, November). Development of two-tier diagnostic test based on e-learning. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1120, No. 1, p. 012030). IOP Publishing.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2001). Conceptual change using multiple

- interpretive perspectives: Two case studies in secondary school chemistry. *Instructional Science*, 29(1), 45-85.
- Hasja, Y., Halim, A., & Musman, M. (2020, February). The development of students' worksheets based on a scientific approach on the heat transfer concept. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1460, No. 1, p. 012121). IOP Publishing.
- Kara, S., & Aktürkoğlu, B. (2019). İlkokul fen bilimleri ders kitaplarında kavram yanlışlarına neden olabilecek sözel ve görsel içerik. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 13(1), 234-259.
- Karslı, F., & Ayas, A. (2017). Fen bilimleri öğretmen adaylarının kavramsal değişimlerine zenginleştirilmiş laboratuvar rehber materyalinin etkisi: buharlaşma ve kaynama. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 529-561.
- Kolomuc, A., Özmen, H., Metin, M., & Acisli, S. (2012). The effect of animation enhanced worksheets prepared based on 5E model for the grade 9 students on alternative conceptions of physical and chemical changes. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 1761 – 1765.
- Kurt, B. (2018). *Hafif düzeyde zihinsel yetersizliği olan ortaokul öğrencilerine madde ve değişim kavramlarının öğretimi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Lemma, A. (2013). A diagnostic assessment of eighth grade students' and their teachers' misconceptions about basic chemical concepts. *AJCE*, 3(1), 39-59.
- Liang, L. L., & Gabel, D. L. (2005). Effectiveness of a constructivist approach to science instruction for prospective elementary teachers. *International Journal of Science Education*, 27(10), 1143-1162.
- Matthews, M. R. (1993). Constructivism and science education: some epistemological problems. *Journal of Science Education and Technology*, 2(1), 359-370.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6., 7., 8. sınıflar) öğretim programı*. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü Destek Materyal. (2021, 21 Ocak). <http://odsgm.meb.gov.tr/destekmateryal/>
- Özsevgeç, T. (2006). Kuvvet ve hareket ünitesine yönelik 5E modeline göre geliştirilen öğrenci rehber materyalinin etkililiğinin değerlendirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi* 3(2), 36-48.
- Paik, S. H. (2015). Exploring the role of a discrepant event in changing the conceptions of evaporation and boiling in elementary school students. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(3), 670-679.
- Papageorgiou, G., Johnson, P., & Fotiadis, F. (2008). Explaining melting and evaporation below boiling point. Can software help with particle ideas? *Research in Science & Technological Education*, 26(2), 165–183.
- Saraç, H. (2018). Fen bilimleri dersi 'maddenin değişimi' ünitesi ile ilgili başarı testi geliştirme: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 416-445.
- Stein, M., Larrabee, T. G., & Barman, C. R. (2008). A study of common beliefs and misconceptions in physical science. *Journal of Elementary Science Education*, 20(2), 1-11.
- Şaşmaz Ören, F., Ormancı, Ü., Babacan, T., Koparan, S., & Çiçek, T. (2011). Analoji ve araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımı temelli rehber materyal geliştirme çalışması: 'Madde ve Değişim' öğrenme alanı. *Kuramsal Eğitimbilim*, 4(2), 30-64.
- Şendur, G., Toprak, M. & Şahin Pekmez, E. (2008). Buharlaşma ve kaynama konularındaki kavram yanlışlarının önlenmesinde analoji yönteminin etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, (9)2, 37-58.
- Tinnin, R. K. (2000). *The effectiveness of a long-term professional development program on teachers' self-efficacy, attitudes, skills, and knowledge using a thematic learning approach* [Unpublished doctoral dissertation]. The University of Texas at Austin.
- Töman, U., Akdeniz, A. R., Odabaşı Çimer, S., & Gürbüz, F. (2013). Extended worksheet developed according to 5E model based on constructivist learning approach. *International Journal on New*

- Trends in Education and Their Implications*, 4(4), 173-183.
- Usta Yılmaz, H. (2018). *Öğrenme güçlüğü tanılı kaynaştırma öğrencilerine yönelik hazırlanan fen deneyleri kılavuzunun değerlendirilmesi: “madde ve değişim” örneği* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Ürek, H. (2020). Redesigning the bean seed germination experiment: An activity sheet suggestion. *Science Activities*, 57(2), 49-57.
- Wilder, M., & Shuttleworth, P. (2005). Cell inquiry: A 5E learning cycle lesson. *Science Activities*, 41(4), 37-43.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.

Kaynak Gösterme

- Varinlioğlu, S., Öner Armağan, F., & Bektaş, O. (2022). Buharlaştırma ve kaynama konusuna yönelik rehber materyal geliştirme ve öğrenci görüşleri. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 12(1), 29-50. <https://www.ated.info.tr/ojs-3.2.1-3/index.php/ated/issue/view/23>

Ek 1

Rehber Materyal

Sınıf Düzeyi: 5. Sınıf**Ünite Adı:** Madde ve Değişim**Konu:** Buharlaşma ve Kaynama**Kazanımlar:**

- ✓ Buharlaşan sıvı maddeler çevrelerinden ısı alır, bunun da ısı alınan maddenin soğumasına neden olduğunu keşfeder. Sıvı maddelerin ısı etkisiyle her sıcaklıkta buharlaşabileceğine yönelik yaptığı deneylerden elde ettiği verilere dayalı çıkarımlarda bulunur.
- ✓ Sıvı (saf) maddelerin ısı etkisiyle belirli sıcaklıkta kaynayabileceğine yönelik yaptığı deneylerden elde ettiği verilere dayalı çıkarımlarda bulunur.
- ✓ Buharlaşma ve kaynama arasındaki temel farkları karşılaştırır, argüman oluşturarak tartışır.

Hazırlık: Materyalin uygulamasından önce uygulayıcı öğretmen fen laboratuvarı, atölyesi ya da sınıfı uygun hale getirmelidir. İstenilen araç gereçler yeterli sayıda bulunmalıdır. Güvenlik önlemleri alınmalıdır. Sınıf tartışmaya uygun olarak düzenlenir. Heterojen gruplar ders öncesinde oluşturulur.

Süre: 30+30+30 dakika (3 ders saati)**BUHARLAŞMA ve KAYNAMA**

Siz de yaşamınızda yandaki şekildeki resimdeki görüntüye tanıklık ettiniz mi? Cevabınız evet ise örnekler veriniz.



Çaydanlığın ağzından çıkan buharın oluşmasının sebebi nedir?

Günlük yaşantınızda başka hangi durumlarda buhar oluşmasını gördüğünüzü örnekler vererek açıklayınız.

HİKÂYE

Sude, Kayseri’de hafta sonu havanın çok sıcak ve açık olacağını hava durumu haberlerinde dinlemiştir. Sude, havanın sıcak olacağını öğrenince “hafta sonu pikniğe gitsek ne güzel olur!” diyerek anne ve babasını ikna etmiştir. Buna abisi ve küçük kardeşi de çok sevinmiştir. Sude dördüncü sınıfa, abisi beşinci sınıfa, küçük kardeşi de birinci sınıfa gitmektedir. Hafta sonu pikniğe giden Sude ve ailesi, güzel bir yer bulmuş ve oraya eşyalarını yerleştirmiştir. Kardeşler hep birlikte oyun oynarken annesi de sofrayı hazırlamıştır. Açık havada iştahla yemekler yendikten sonra Sude’nin annesi yemeğe başlamadan önce kesip güneşe koyduğu karpuzu herkese dağıtmıştır. Karpuzu yerken şaşkın bir yüz ifadesi olan Sude’ye annesi ne olduğunu sormuştur. Sude, “Annee baksana! Karpuzda bir şey olmuş! Buz gibi... Sıcak değil.”, “Güneş’te ısınmamış! !” diyerek karpuzda meydana gelen serinlemenin şaşkınlığını paylaşmıştır. Bunun üzerine annesi gülümseyerek “Çünkü karpuzun büyük bir kısmı sudan oluşmaktadır. Karpuzda bulunan su oranının eksilmesi olabilir kızım” şeklinde durumu açıklamaya çalışmıştır. Sude’nin küçük kardeşi durumu “Bence karpuz güneşe bırakılınca soğumaz. Çünkü güneş sıcaktır.” şeklinde ifade etmiştir. Sude’nin beşinci sınıfa giden abisi bu konuyu fen bilimleri dersinde işlediklerini belirterek “Güneşte bekletilen karpuz suları buharlaşır ve buharlaşırken gerekli ısıyı karpuzdan aldıkları için karpuz soğur kardeşim” şeklinde açıklamıştır. Bunun üzerine kafası karışan Sude herkesin dediklerinden hangisinin doğru olduğunu düşünmeye başlamıştır.



Sizce Sude’nin karpuzda meydana gelen serinlemenin sebebini sorduğu sorusuna en doğru cevabı kim vermiştir?

Cevabınız annesi ise, neden?

Cevabınız kardeşi ise, neden?

Cevabınız abisi ise, neden?

Peki, siz Sude’nin yerinde olsaydınız bu seçtiğiniz açıklamaları desteklemek için hangi deneyi yapardınız/tasarlardınız?

Etkinlikle Keşfedelim: Buharlaştırma/Kaynama

Sude, bu olayın daha iyi anlaşılması ve kendini haklı çıkarmak için bir deney yapmaya karar vermiştir. Sude bu deneyi evde çaydanlık ve bir cam ile yapmıştır. Siz de laboratuvarında beher ile yapınız. Siz de bu deneyi 3-4 kişilik gruplarla uygulayınız.

Kullanılan Araç ve Gereçler: Beher, su, saç ayak, ispirto ocağı, termometre, cam kapak, kronometre

Deneyin Yapılışı:

- Bir beher içerisine 250 mL su doldurunuz.
- Su dolu beheri saç ayak üzerine koyunuz.
- Beherin içine termometre koyunuz.
- Alta yerleştirilen ispirto ocağını yakınız.
- Belirli süre aralıklarında beherdeki su hareketlerini gözlemleyiniz.
- Beherin ağzına cam kapak yerleştiriniz ve kısa süre sonra kaldırınız.
- Isıtılmaya devam edilen suyun en son hali ne oldu? Beherde su kaldı mı? Aşağıda belirtilen alanları doldurunuz.

Zaman(dk.)	Sıcaklık(°C)	Buhar var mı?		Kabarcık var mı?	
		Evet	Hayır	Evet	Hayır
Başlangıç					

Beherglasın ısıtılması esnasında ne gibi değişimler gözlemlediniz?

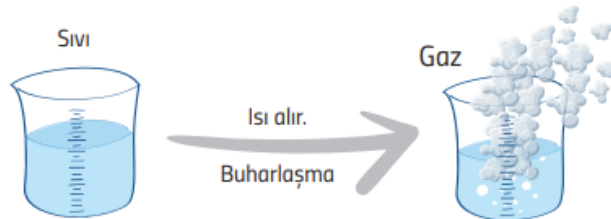
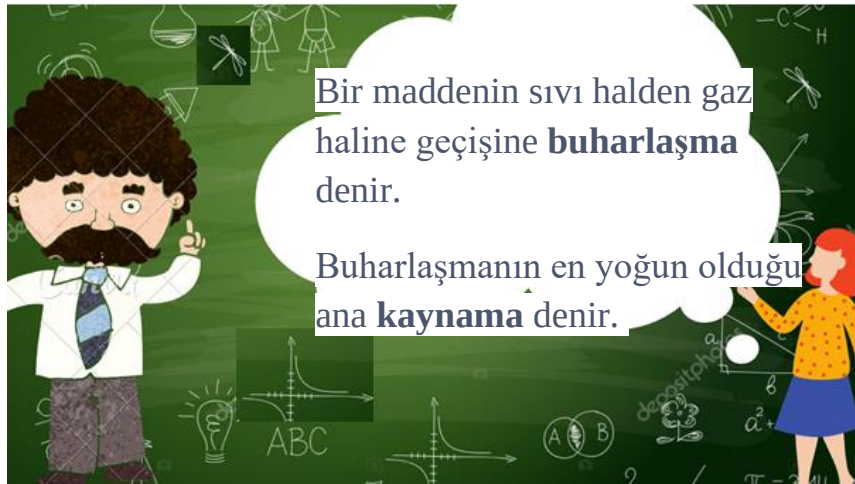


Beherglasın ısıtılması esnasında buhar çıkması olayının adı nedir?



Yaptığınız deneyden ve gözlemlerinizi hareketle buharlaşma ve sıcaklık artışı arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.

Beherglasın ısıtılmasında son aşamada suyun tamamının buhar olması olayının adı nedir?



Buharlaşıma ve kaynama kavramları sıvı haldeki bir maddenin gaz hale geçmesidir. Bu yüzden gündelik hayatta bu kavramlar birbirinin yerine kullanılmaktadır. Bilimsel olarak kaynama ve buharlaşma arasında fark vardır.

Bu farklar:



Buharlaşıma	Kaynama
Sıvıda baloncuklar oluşmaz	Baloncuklar oluşur
Sıvının sadece açıkta olan yüzeyinde olur	Sıvının tamamında olur, yüzeyin altında da gerçekleşir
Her sıcaklıkta gerçekleşir	Sadece belirli bir sıcaklıkta, kaynama sıcaklığında gerçekleşir
Enerji çevreden alınır	Dışarıdan düzenli ısı vermek gerekir
Buharlaşıma sessizdir	Kaynamada ses çıkar, fokurdama olur
Hava akımıyla (rüzgârla) hızlanır	Hava akımından etkilenmez
Sıcaklık arttıkça hızlanır	Sıcaklık değişmez sabit kalır
Buharlaşımda sıvıyı soğutma etkisi olur	Kaynamada sıvı soğumaz

Yalnızca buharlaşmanın olduğu kaynamanın olmadığı örnek durumlar:

- İpe serilen ıslak çamaşırların buharlaşarak kuruması,
- Elimize dökülen kolonyanın buharlaşarak serinlik vermesi.



Buharlaşıma sıvıyı soğutur. Bu yüzden, bir karpuzu kesip güneşte bekletirseniz bir süre sonra karpuzun soğuduğunu fark edersiniz. Çünkü sıvı tanecikleri sıvıyı terk ederken gereken enerjinin bir kısmını sıvıdaki diğer taneciklerden alırlar. Geriye kalan sıvı taneciklerinin iç enerjileri böylece azalmış olur, daha yavaş hareket ederler, dolayısıyla sıcaklıkları da azalır.

Benzer şekilde içinde su olan bir pet şişenin etrafına bir bez sarıp bezi ıslatırsanız, bir süre sonra pet şişenin içindeki suyun sıcaklığı azalır. Çünkü bezdeki sıvı haldeki su tanecikleri enerjilerinin bir miktarını, bezin yüzeyindeki taneciklere aktarır. Yüzeydeki tanecikler sıvıdan ayrılıp buharlaşır. Bezde kalan taneciklerin enerjileri azalır, sıcaklıkları düşer (Buharlaşıma ve kaynama arasındaki fark nedir?, 2021).

Kavram Karikatürü-Çaydanlıktaki Su Ne Zaman Kaynar?



Yukarıdaki karikatürde sizce hangi karakter annesinin sorusuna doğru cevap vermiştir?

Böyle düşünmenizin nedeni nedir?

Değerlendirme Soruları

Aşağıdaki ifadeler doğru ise parantez içerisine D, yanlış ise Y yazınız. Yanlış ifadelerin altındaki boşluklara doğru ifadeyi yazınız.

- () Buharlaşma belli bir sıcaklıkta, kaynama ise her sıcaklıkta gerçekleşir.
- () Tuz elde edilmesinde buharlaşma olayı etkilidir.
- () Buharlaşma ile kaynama kavramları birbiri yerine kullanılabilir.

Aşağıdaki boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz.

Sıvı hâldeki bir maddenin ısı alarak gaz hâle geçmesine denir.

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları yanıtlayınız.

- I. Sıvılar her sıcaklıkta buharlaşır.
- II. Kaynama belli bir sıcaklıkta olur.
- III. Buharlaşma sıvının her tarafında olur.

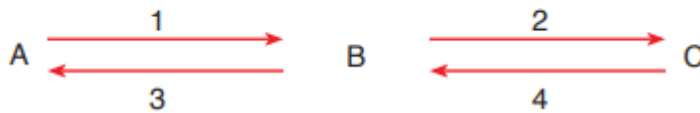
Yukarıda verilenlerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- A) Yalnız II B) I ve II C) II ve III D) I, II ve III

Aşağıda verilenlerden hangisi buharlaşmanın özelliğidir?

- A) Her sıcaklıkta olur. B) Sıvının her yerinde olur.
- C) Belli bir sıcaklıkta olur. D) Gazdan sıvıya geçiştir.

Bir saf maddenin farklı fiziksel hâlleri A, B ve C şeklinde gösterilmiştir.



1,2,3 ve 4 numaralı hal değişimlerinden hangisi buharlaşma olayını göstermektedir?

- A)1 B)2 C)3 D)4

- 1) Sıvının her sıcaklığında olur.
- 2) Sadece sıvının yüzeyinde gerçekleşir.
- 3) Sadece belli sıcaklıklarda gerçekleşir.
- 4) Sıvının her tarafında gerçekleşir.
- 5) Oluşurken sıcaklık değişmez.
- 6) Oluşurken sıcaklık değişebilir.

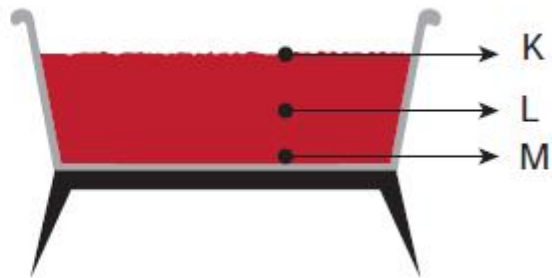
Yukarıda kaynama ve buharlaşma olayları ile ilgili ifadeler verilmiştir. Bu ifadeler kaynama ve buharlaşmaya ait olarak hangi seçenekte doğru şekilde gruplanmıştır?

Kaynama	Buharlaşma
A) 3, 4, 5	1, 2, 6
B) 1, 2, 3	4, 5, 6
C) 3, 4, 6	1, 2, 5
D) 1, 2, 4	3, 5, 6

Aşağıda verilen ifadelerden hangisi buharlaşma olayının bir sonucudur?

- A) Kar yağarken havanın ılık olması.
- B) Sıcaklığı artırılan suyun kaynamaya başlaması.
- C) Dolaptan çıkarılan dondurmanın bir süre sonra erimesi.
- D) Islak çamaşırların rüzgârlı havalarda daha hızlı kuruması.

Salça yapılırken ezilmiş domatesler kaynatılır ve içindeki suyun buharlaşması sağlanır. Salça yapım sürecinde kaynama anına ait bir görsel verilmiştir.



Buna göre yukarıda bir kesiti verilen salça kabının hangi noktalarında buharlaşma gerçekleşir?

- A) Yalnız K
- B) K ve L
- C) L ve M
- D) K, L ve M

Aşağıdaki açık uçlu soruları öğrendiklerinize dayanarak açık ve net bir şekilde cevaplayınız.

- Yaz aylarının son günlerinde dolmalık biber kurutma, salça yapımında hangi hal değişimleri gerçekleşir? Bu olayların Sude'nin yaptığı etkinlikle benzer yanlarını belirtiniz.
- Kolonya dökülen birinin ellerinde serinleme hissetmesinin sebebi nedir? Bu olayların Sude'nin yaptığı etkinlikle benzer yanlarını belirtiniz.
- Buharlaştırma ve kaynama olaylarını gerçekleştiği sıcaklık açısından karşılaştırarak argüman oluşturunuz.
- Her birine beşer damla kolonya damlatılan peçetelerden biri güneş alan pencere kenarına diğeri kanepenin altına konuyor. Sizce hangisi daha önce kurur?