

BİÇİMLENDİRİCİ DEĞERLENDİRME UYGULAMALARININ LİSE ÖĞRENCİLERİNİN DENGİ VE TORK KAVRAMLARINI ANLAMALARINA ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Nermin Bulunuz*, Mızrap Bulunuz**

ÖZ

Bu çalışmanın amacı denge ve tork ile ilgili gündelik yaşamdan bir biçimlendirici değerlendirme sorusu kullanarak yapılan öğretim uygulamasını tanıtmak ve değerlendirmektir. Uygulama bir devlet lisesinde fizik dersinde iki şubede öğrenim gören toplam 52 tane, 11. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak denge ve tork ile ilgili biçimlendirici yoklama sorusu çalışma başında ve sonunda kullanılmıştır. Öğrencilerin denge ve tork ile ilgili sahip oldukları bilgiler ortaya çıkarıldıktan sonra, bu konuda hazırlanan gösteri deneyi Tahmin-Açıklama-Gözlem-Açıklama süreçlerini içerecek şekilde uygulanmıştır. Öğrencilerin yapmış oldukları tahminlerin frekansı ve açıklamaların örnekleri sunularak değerlendirme yapılmıştır. Uygulama öncesinde öğrencilerin çoğunluğunun özdeş olmayan nesnelerin ağırlık merkezinde her iki taraftaki ağırlığın eşit olduğu düşüncesine sahip oldukları anlaşılmıştır, ancak bunun fiziksel olarak mümkün olmadığı çalışmada gösterilmiştir. Yapılan uygulama sonrasında, öğrencilerin denge ve tork konusundaki kavramsal anlama düzeylerinin karşılaştırılması sonucunda anlamlı bir fark bulunmuştur. Biçimlendirici değerlendirmeye dayalı öğretim uygulamalarının lise fen bilimleri dersleri ve öğretmen eğitimi programlarında yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: biçimlendirici değerlendirme, tork, denge, ağırlık, kütle.

EFFECT OF FORMATIVE ASSESSMENT-BASED INSTRUCTION ON HIGH SCHOOL STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF BALANCE AND TORQUE

ABSTRACT

The intent of this research is to evaluate the use of a formative assessment probe about balance and torque. The lesson was conducted with 52, 11th grade students studying in two physics classes at a state high school. A formative assessment probe was used at both the beginning and end of the study. After the students' prior knowledge about equilibrium and torque was determined, the demonstration experiment on this topic was applied to include the processes of Predict-Explain-Observe-Explain. At the beginning of the instruction most students believed that the weights of the objects on both sides were equal, though they in fact cannot be equal in the physical situation shown. After instruction, students showed significant increase on their conceptual understanding of the topic. Applications of this research include using formative assessment probes followed by experimentation in high school science classes as well as using such methods in teacher preparation programs.

Keywords: formative assesment, torque, balance, mass, weight.

Makale Hakkında:

Gönderim Tarihi:22.02.2017

Kabul Tarihi: 18.04.2017

Elektronik Yayın Tarihi: 08.05.2017

* Doç.Dr., Uludağ Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü,
nermin.bulunuz@gmail.com

**Doç.Dr., Uludağ Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, mizrap@gmail.com

GİRİŞ

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında öğrencilerin süreç içerisinde izlenmesi, yönlendirilmesi, öğrenme güçlüklerinin belirlenerek giderilmesi, anlamlı ve kalıcı öğrenmenin desteklenmesi için sürekli dönütün sağlanmasına yönelik bir ölçme-değerlendirme anlayışı benimsenmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2013). Yenilenen Bloom taksonomisine göre değerlendirme ölçüt ve standartlara dayalı nicel ve nitel yargıda bulunmayı ifade eder (Anderson et al., 2001). Ancak Türkiye’de eğitim-öğretim uygulamalarında değerlendirme denilince ilk olarak yazılı ve sözlü sınavlar ve bu sınavlardan alınan puanlar akla gelmektedir. Bu durum nicel boyutta ölçme ve sıralama uygulamalarının ağırlıklı olarak öne çıktığını, buna karşın nitel boyutun göz ardı edildiğini göstermektedir. Alan yazında tanılayıcı, biçimlendirici ve düzey belirleyici olmak üzere üç çeşit değerlendirme türü tanımlanmaktadır (Keeley, 2008; Tan, 2010). Bunlardan tanılayıcı değerlendirme öğrencilerin ön yargılarını, öğrenme güçlüklerini ve mantık hatalarını belirlemek için kullanılırken; düzey belirleyici değerlendirme ise öğretimin hedefine ulaşmış olup olmadığını, ulaşılmış ise ne derecede ulaştığını tespit etmek için kullanılan akademik başarı ölçen sınavlardır (Keeley, 2008). Biçimlendirici değerlendirme ise not vermenin ötesinde, öğretim ile kaynaşık, öğrencilerin sahip oldukları ön bilgilerin ortaya çıkarılması ve bu doğrultuda öğretimin şekillendirilmesi süreçlerini kapsayan bir değerlendirme türüdür (Bulunuz & Bulunuz, 2013; Keeley, 2008).

Bransford, Brown, ve Cocking’e (1999) göre öğrenciler fen öğrenmeye içleri doldurulması için bekleyen boş yazı tahtası olarak başlamazlar. Eğer öğrencilerin ön bilgileri göz önünde bulundurulmazsa yeni bilgilerin kavramsal anlama ile sonuçlanması oldukça güçtür. Bu nedenle öğrencilerin ön bilgilerinden yola çıkılarak öğretimin planlanması ve yürütülmesine ihtiyaç vardır (Metin & Birişçi, 2009). Biçimlendirici değerlendirme öğretimin veriye dayalı yapılmasıdır. Veriler sadece yapılan bir testin puanlarının toplanmasından ibaret değildir. Sınıf içerisinde her gün öğrencilerin etkileşimlerinin değerlendirilmesi, eylemlerinin gözlemlenmesi ve yöneltlen

sorulara verdikleri cevapların analiz edilmesiyle açığa çıkarılan bir veri hazinesi mevcuttur. Biçimlendirici değerlendirme verilerinin kullanımı öğretmenlere kendi varsayımlarını açığa çıkarma, öğretim süreci ile ilgili kendi sorularını araştırma, öğrencilerinin daha önce fark edilmemiş güçlü yönlerini keşfetme, uygulamalarıyla ilgili sorular sorma, eğitimi geliştirme ve dünyaya yeniden bakma gibi konularda yardımcı olmaktadır (Love, 2002). Sato’ya (2003) göre ders işlenirken bilgilerin tanımlanması, toplanması ve kullanılması karmaşık bir iştir.

Planlı ve etkileşimli olmak üzere iki tür biçimlendirici değerlendirme vardır (Hall & Burke, 2003). Planlı biçimlendirici değerlendirme, öğrencilerin sahip oldukları düşünceler hakkında bilgi toplamak için dersin öğretimi öncesinde planlanan resmi ya da yarı-resmi bir değerlendirme türüdür. Değerlendirme için gerekli bilgi biçimlendirici yoklama soruları ve tahmin-gözlem-açıklama gibi strateji ve teknikler aracılığıyla toplanır ve yorumlanır. Etkileşimli biçimlendirici değerlendirme ise genellikle bir öğretim faaliyeti sırasında tesadüfen ya da beklenmedik bir durumda öğrenci-öğrenci ya da öğrenci-öğretmen etkileşimleri sırasında ortaya çıkma potansiyeline sahiptir. Etkileşimli biçimlendirici değerlendirmenin planlanması daha zor olsa da, sınıf gözlemleri, tartışmaları ve fikirlerin paylaşımı söz konusu olduğunda bir ölçüde fırsatlar sağlanabilir. Biçimlendirici değerlendirme bir öğretim ya da öğrenme hedefine ulaşmayı sağlayan sadece bir araçtır. Carlson vd. (2003)’ne göre nasıl ki öğrenciler fen öğrenirken toplanan verileri analiz edip kullanıyorsa, öğretmenler de öğrencilerin öğrenmelerini destekleyecek ve kendi mesleki gelişimlerini sağlayacak verileri analiz etmeli ve ortaya çıkan bulguları kullanmalıdır.

Biçimlendirici değerlendirme öğrencilere kendi düşüncelerini sorgulama, akranlarının düşünceleriyle karşılaştırma olanağı sağlar. Öğrencilerin sahip olduğu ön bilgi ve deneyimler öğretim sürecinde dönüt vermek için kullanılır. Keeley’e (2008) göre biçimlendirici değerlendirme dönüt sağlama ve öğretimi şekillendirmenin yanı sıra, öğrencilerin bilişsel ve derin düşünme yeteneklerinin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca biçimlendirici değerlendirme ile öğretmenler öğretim hızını

izleme, muhtemel kavram yanılgılarını belirleme, öğrenme sürecinde karşılaşılabilecek engeller için önlem alma, öğrenci fikirlerinin değiştirilmesi ve geliştirilmesi için daha çok zaman bulma gibi imkânlar bulmaktadırlar (Keeley, 2008).

Dünyada biçimlendirici değerlendirmenin ilkokuldan üniversiteye öğrencilerin eğitim ve öğretimine etkisini araştıran birçok çalışma bulunmaktadır. Örneğin, Keeley ve Harrington (2010) ilkokul öğretmenleriyle yaptıkları araştırmada, biçimlendirici yoklama sorularının kullanmasının, öğretmenlerin öğretimi tasarlama, etkinlik seçimi, öğrencilerin fikirlerini tespit etme ve öğretim kazanımlarının verilmesinde doğru yollar seçme gibi konulara katkı sağladığını tespit etmişlerdir. Bu bulguyu destekler nitelikte Trauth-Nare ve Buck'ın (2011) ilkokul öğrencileriyle yaptıkları çalışmada biçimlendirici değerlendirmenin, öğrencilerin akademik ihtiyaçlarını destekleyen yolları ortaya çıkardığını bulmuşlardır.

Türkiye'de biçimlendirici değerlendirme üzerine yapılan araştırma sayısı oldukça sınırlıdır. Yapılan araştırmalar daha çok derse katılım, motivasyon, sınav kaygısı ve akademik başarı gibi konulara odaklanmıştır (Aydeniz & Pabuçcu, 2011; Büyükkarcı & Kağan, 2010; Ökten, 2009; Solgun, 2014). Ancak fen öğretiminde biçimlendirici değerlendirme uygulamalarını değerlendiren araştırma sayısı oldukça sınırlıdır (Bulunuz, Bulunuz, Karagöz, & Tavşanlı, 2016; Bulunuz, Bulunuz, & Peker, 2014). Biçimlendirici değerlendirme uygulamalarını tanıtan iki çalışmada (Bulunuz & Bulunuz, 2013, 2014) öğretmen adaylarının, uygulanan biçimlendirici yoklama sorularına büyük ilgi göstererek heyecanla katıldıkları gözlenmiştir. Bulunuz, Bulunuz, Karagöz ve Tavşanlı (2016) biçimlendirici yoklama sorularıyla ortaokul öğrencilerinin batma ve yüzme konusunda kavramsal anlama düzeyini belirleyerek, standartlaştırılmış testlerdeki başarıları karşılaştırmıştır. Araştırmanın sonuçları standartlaştırılmış fen bilimleri testinden alınan puanların, biçimlendirici yoklama sorularından alınan puanlardan daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu sonuç öğrencilerin çoktan seçmeli soruları cevaplamada başarılı ancak kavramsal anlama, açıklama ve yorumlama becerilerini ölçen biçimlendirici yoklama

becerilerini ölçen biçimlendirici yoklama sorularında performansın düşük olduğunu ortaya koymuştur. Başka bir araştırmada Bulunuz, Bulunuz ve Peker'in (2014) ortaokul öğrencileri ile yaptıkları çalışmada öğretim programına ek olarak kullandıkları biçimlendirici değerlendirme uygulamalarının, öğrencilerde temel fizik kavramlarının anlaşılmasında önemli artış sağladığını göstermişlerdir. Bu araştırmayla öğrencilerin ön bilgilerinin değerlendirilerek öğretilen kavramlar ile gerçek yaşam arasında bağlantı kurulmasının gerekli olduğunun altı çizilmiştir.

Öğrencilerin eylemsizlikle ilgili kavramsal anlama düzeylerinin incelendiği başka bir araştırmada (Bulunuz & Bulunuz, 2016), duran veya sabit hızla giden cisimlerin eylemsizliği olduğu öğrenciler tarafından çoğunlukla bilinirken, ivmelenen (hızlanan/yavaşlayan) nesnelerin eylemsizliğinin anlaşılmasının güç olduğu tespit edilmiştir. Biçimlendirici değerlendirmeye dayalı öğretim sonucunda lise öğrencileri, belirli bir hız limitinin üzerinde seyir eden bir taşıtın ani durması veya yön değiştirmemesinin eylemsizliğinden kaynaklandığını anlamalarında gelişme sağlanmıştır. Bu konuda yapılan araştırmaların analiz sonuçları biçimlendirici değerlendirmenin öğrencilerin kendi öğrenmelerini düzenleme becerilerini geliştireceğini göstermektedir. Bu sonuçlar biçimlendirici değerlendirme-temelli program geliştirme çalışmalarını desteklemektedir (Clark, 2012, 2015; Meusen-Beekman, Brinke, & Boshuizen, 2015).

Alan yazında denge ve tork kavramları ile ilgili yatay ve dikeyde denge sağlanması, simetri olmayan durumlarda denge sağlanması, kuvvetin dik uzaklığının saptanması ve cisme etki eden kuvvetlerin gösteriminde güçlükler yaşandığı ortaya koyulmuştur (Akkaya, 2006; Rowlands, Graham, & Berry, 1998; Trumper & Gorsky, 1996). Bu araştırmanın iki amacı vardır. Birinci amacı planlı biçimlendirici yoklama sorusu kullanarak lise 11. sınıf öğrencilerinin denge ve tork konusunda sahip oldukları ön bilgileri ortaya çıkarmak; ikinci amacı ise planlı biçimlendirici değerlendirme uygulamalarıyla öğrencilerin denge ve tork ile ilgili kavramsal anlama düzeylerini arttırmaktır. Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı Lise 11. Sınıf Fizik Programı'na (2013) göre öğrenciler kuvvetin

döndürme etkisini analiz ederek tork kavramını yapılandırmalıdır. Tork kavramından faydalanan öğrencilerden günlük hayatta karşılaşılan cisimlerin denge koşullarını açıklayabilmeleri beklenmektedir. 11. Sınıf “Kuvvet ve Hareket” Ünitesinde yer alan bu konu ile ilgili kazanımlar aşağıda sunulmuştur:

11.1.8. Tork

11.1.8.1. Kuvvetin etkisinden yola çıkarak tork’u (kuvvet momentini) açıklar ve örnekler verir.

11.1.8.2. Torkun bağlı olduğu değişkenleri analiz eder ve tork vektörünün yönünü belirler.

a. Öğrencilerin deney yaparak ve simülasyonlar kullanarak tork’un bağlı olduğu değişkenler ile ilgili sonuçlar çıkarmaları sağlanır.

11.1.8.3. Tork kavramı ile ilgili günlük hayattan problem durumları ortaya koyar ve çözüm yolları üretir.

11.1.9. Denge

11.1.9.1. Cisimlerin denge durumunu analiz eder.

11.1.9.2. Kuvvetlerin dengesi ile ilgili günlük hayattan problem durumları ortaya koyar ve çözüm yolları üretir.

11.1.9.3. Cisimlerin kütle ve ağırlık merkezlerinin yerini karşılaştırır.

a. Öğrencilerin günlük hayattaki cisimlerin kütle ve ağırlık merkezlerinin yerlerini hesaplamaları sağlanır.

b. Kütle ve ağırlık merkezlerinin birbirlerinin yerine kullanılamayacağı durumlar vurgulanır.

11. Sınıf Fizik Programında Kuvvet ve Hareket konusundaki kavramların öğretimi iki boyutta ele alınmıştır. Birincisinde tork ve dengenin nelere bağlı olduğunu gösterebilmesi, diğesinde günlük hayattaki uygulamalarıyla ilgili problem çözebilmeleri hedeflenmiştir.

ETKİNLİĞİN UYGULANMASI

Bu çalışmada nitel araştırma yaklaşımlarından biri olan örnek olay çalışması yöntemi kullanılmıştır. Örnek olay çalışmaları, gerçek yaşamın, güncel bağlam ya da ortamın içindeki bir durumun ya da sınırlı bir sistemin derinlemesine betimlenmesi ve incelenmesidir (Cresswell, 2013; Merriam, 2013; Stake, 2003). Bu çalışmada lise 11. sınıf öğrencilerinin ağırlık, ağırlık merkezi ve moment ile ilgili sahip oldukları bilgileri açığa

kavuşturmak ve biçimlendirici değerlendirme yöntemine dayalı öğretimin kavramsal öğrenmeye etkisini araştırmaya odaklanılmıştır. Çalışma grubunu, 2015-2016 eğitim-öğretim yılında Bursa il merkezindeki bir Anadolu Lisesinin birinde 26 (17 kız, 9 erkek) diğesinde 26 öğrenci (15 kız, 11 erkek) bulunan iki farklı 11. sınıf şubesinde öğrenim gören toplam 52 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma grubunun belirlenmesinde uygun örnekleme yönteminden yararlanılmıştır. Uygun örneklem grubunun seçilmesinin sebebi zaman ve işgücü kaybını önlemektir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Çalışmada hem nicel hem de nitel veri toplama tekniklerinden yararlanılmıştır. Bu şekilde kısmen veri çeşitlemesi sağlanarak yapılan değerlendirmelerin geçerliği ve güvenilirliği artırılmaya çalışılmıştır (McMillan & Schumacher, 2010). Çalışmada nicel veriyi öğrencilerin iki aşamalı biçimlendirici yoklama sorusuna verdikleri cevaplardan aldıkları puanlar, nitel veriyi ise öğrencilerin yoklama sorusunun açık uçlu bölümüne yazmış oldukları açıklamalar oluşturmıştır. Biçimlendirici yoklama sorusu Keeley ve Harrington’un (2010) Öğrencilerin Fizikle ilgili Fikirlerinin Ortaya Çıkarılması [Uncovering student ideas in physical science] adlı kitabından uyarlanmıştır. Aşağıda iki aşamadan oluşan biçimlendirici yoklama sorusu sunulmuştur. Birinci aşama öğrencilerin tahminde bulunarak denge ve tork ile ilgili bilgi ve deneyimlerini açığa çıkarmaya yöneliktir. İkinci aşamada ise öğrencilerden tahminleriyle ilgili bilimsel açıklama yapmaları istenmektedir. Bu şekilde öğrencilerin sorudaki olaya ilişkin muhakeme biçimleri belirlenmiş olur. Öğrencilerin cevapları Karataş (2003) tarafından geliştirilen değerlendirme ölçütü kullanılarak analiz edilmiştir.

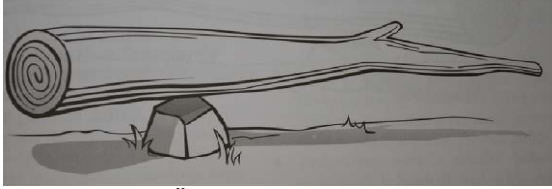
Fikirlerimizi Su Yüzüne Çıkaralım!

Aşağıda iki aşamadan oluşan biçimlendirici yoklama sorusu yer almaktadır. İlk aşamada tahminde bulunup, ikinci aşamada yapmış olduğunuz tahmin ile ilgili düşüncelerinizi yazarak açıklayınız.

Tomruk Kesme

Üç oduncu kurumuş ağaçlardan odun yapmak için ormana gitmişler. Ormanda uzun bir

tomruk bulmuşlar. Yoldaki kamyonu kadar tomruğu sırtlarında taşımak için iki eşit parçaya bölmek istemişler. İki parçanın ağırlığının eşit olması için Hasan: "Tomruğu bir kaya üzerinde dengeleyip, denge noktasından keselim" demiş. Tomruğu bir kaya üzerinde dengeledikten sonra aralarında bir tartışma çıkmış.



Şekil 1. Kaya Üzerindeki Tomruk

Hasan: "Her iki parçanın ağırlığı eşit olur."

Ahmet: "Denge noktasının sağındaki parçanın ağırlığı daha fazladır."

Mustafa: "Denge noktasının solundaki parçanın ağırlığı daha fazladır."

En doğru cevabı işaretleyiniz. Bu yargıya ulaşmada kullandığınız kural ya da düşünceleri açıklayınız.

Fikirlerimizi Paylaşalım!

Soruyla ilgili tahmin ve açıklamalarınızı sıra arkadaşınız ve sınıftaki diğer arkadaşlarınız ile paylaşınız. Sizden farklı yargıya sahip iseler, bunun nedenini anlamaya çalışınız. Daha sonra tüm sınıf olarak ya da küçük gruplar halinde kısa süreli tartışarak düşüncelerinizi dile getiriniz. Bu sizin ve diğer arkadaşlarınızın bakış açılarını görmenize yardımcı olacaktır.

Keşif ve Buluş Zamanı

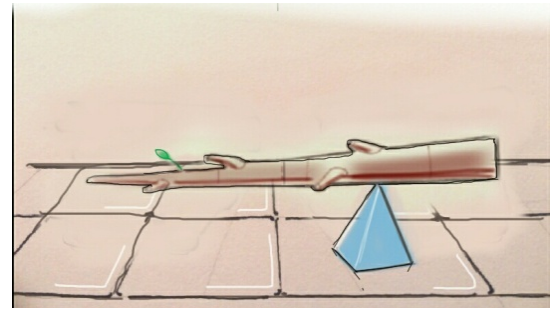
1. Hangisi Daha Ağır?

Aşağıdaki Şekil 2 ve 3'te görüldüğü gibi bir dal parçası ve terazi sınıfa getirilerek öğrencilere etkinlik yaptırılabilir. Bu etkinlik hemen her yerde bulunabilecek basit ve ucuz malzemeler içerdiği için her sosyo-ekonomik

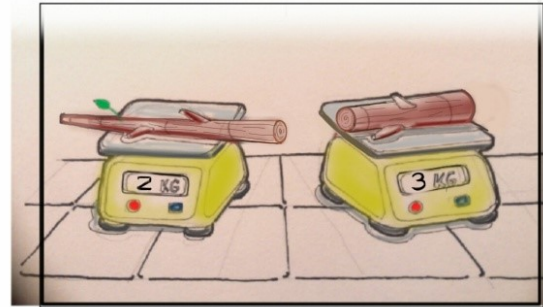
düzeydeki öğrencilerin bulunduğu çevrede uygulanabilir. Bu durum etkinlikten öğrencilerin eşit şekilde faydalanabilmesini sağlar.

Malzemeler: dal parçası, dinamometre/terazi.

Yapılışı: Şekil 2'de olduğu gibi dal parçası bir cisim üzerinde dengelendikten sonra, öğrencilere: "Denge noktasından kesilen dalın hangi kısmı daha ağır olur? Açıklayınız" sorusu yöneltilir. Daha sonra dal parçası denge noktasından kesilip baskül üzerinde tartılır. Öğrencilerden gözlemlerini yazarak-çizerek kayıt etmeleri istenir. Aynı deney dal parçası yerine silgili kurşun kalemle de yapılabilir.



Şekil 2. Dengede Olan Dal Parçası



Şekil 3. Terazi Üzerinde Dal Parçaları

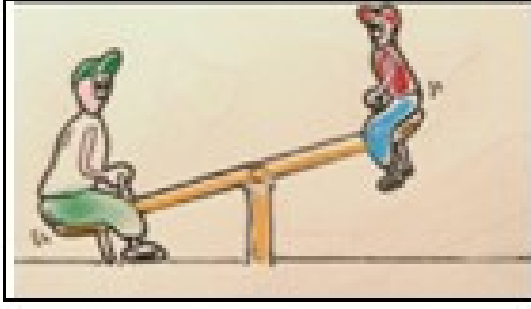
Açıklama:

Soru 1: Kısa dal parçasının, uzun olan dal parçasından daha ağır olmasının sebebi nedir? Açıklayınız.

Soru 2: Dal parçası yerine ucu açılmamış silgisi olmayan bir kurşun kalemi aynı şekilde denge noktasından iki parçaya bölüp tartarsanız, ağırlık nasıl olur? Tartışınız.

2. Tahterevallide Kim Daha Ağır?

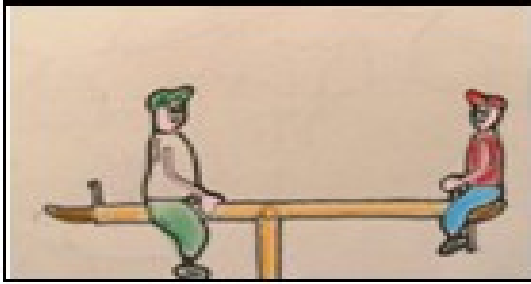
Aşağıda verilen animasyonda görüldüğü gibi biri ağır diğeri zayıf iki çocuk parktaki tahterevallide binmişler, fakat bir türlü dengede kalamadıklarını görmüşlerdir.



Şekil 4. Tahterevallideki Çocuklar

Tahmin ve Açıklama: Bu iki çocuk tahterevalli üzerinde dengede kalabilir mi? Birlikte oynayabilmeleri için ne yapmaları gerekir? Açıklayınız.

Gözlem: Birlikte oynamalarını nasıl sağladınız? Gözlemlerinizi yazarak-çizerek kaydediniz.



Şekil 5. Tahterevallide Denge Durumu

Açıklama: Şekil 5'te görüldüğü gibi denge sağlanabilir. Şişman ve zayıf çocuğun tahterevallide dengelenmesinin sebebi nedir?

Değerlendirme: Yapılan budeney ve keşiflerden sonra "Tomruk Kesme" sorusuna geri dönerek vermiş olduğunuz cevabı tekrardan gözden geçirin. Arkadaşlarınızla tartışınız ve yaşamış olduğunuz keşif ve gözleme dayalı tahmin ve açıklamalarınızda gerekli düzeltmeleri yapınız.

ÖĞRETMENLER İÇİN UYGULAMA KLAVUZU

Doğru Cevap ve Bilimsel Açıklamalar

Tomruk kesme. Bu soruda özdeş olmayan bir tomruğun bir destek üzerinde denge halindeyken iki tarafının ağırlığının eşit olmayacağı ortaya koyulmaktadır. Doğru seçenek Mustafa'nın verdiği cevap olan: "Denge noktasının solundaki parçanın ağırlığı fazladır" ifadesidir. Çünkü dengenin

sağlanması için fazla olan kütle desteğe yakın, az olan kütle ise destek noktasından uzak olmalıdır. Öğrenciler ağırlık ve denge kavramlarını birbiriyle karıştırabilmektedir. Tork, kuvvet momenti ya da dönme momenti, bir nesnenin kuvvet etkisi altında destek noktası etrafında dönme eğilimidir. Kuvvet ister itme, isterse çekme olsun; tork bir nesnenin bir eksen etrafında döndürülmesi olarak düşünülebilir. Matematiksel olarak tork, uzaklık ile kuvvet vektörünün çarpımına eşittir. Özdeş cetvel, ucu açılmamış kurşun kalem, çıta gibi cisimler denge noktasından kesildiğinde iki parçanın ağırlığı eşit olabilir. Çünkü destek noktasının her iki tarafındaki madde miktarı aynı olduğu için iki parçanın ağırlığı eşit olur. Tahterevalli ile ilgili örnekte ise şişman ve zayıf çocuğun dengede kalmasının sebebi kütlelerin eşit olması değildir. Denge durumu her iki taraftaki kütlelerin destek noktasına olan uzaklıklarının çarpımlarının eşit olmasından kaynaklanmaktadır.

Biçimlendirici Yoklama Sorusunu Kullanırken Dikkat Edilecek Hususlar

- "Tomruk Kesme" adlı biçimlendirici yoklama sorusu öğrencilere yöneltildikten sonra sorunun doğru cevabı öğrencilere hemen kısa sürede açıklamamalıdır. Bilgi kadar, bilgiye ulaşma süreci de kavramsal öğrenme ve zekâ gelişimi için oldukça önemlidir. Öğrenciler bir bilim insanı gibi yaparak-yaşayarak, tartışarak ve düşünerek bilgiyi kendi zihinlerinde oluşturmalarıdır. Bu nedenle fikirlerini rahatça ifade edebilmeli, iddialarını desteklemeli ve arkadaşlarının iddialarını çürütmek amacıyla karşıt kanıt ve tezler geliştirebilmelidirler. Bu nedenle derste "doğru" cevaplar kadar "yanlış" cevaplara da değer verileceğini belirtiniz.
- Öğrencilerden "Tahterevallide Kim Daha Ağır?" sorusuna oyun parklarındaki deneyimlerini göz önüne alarak tahminde bulunmaları ve tahminlerinin nedenini açıkladıktan sonra, düşüncelerini sınıftaki arkadaşlarıyla paylaşmalarını istenir. Aynı fikirde olan öğrenciler ile karşıt görüşte olanlar arasında sınıf içi tartışma ortamı yaratılıp, daha sonra keşif ve buluş aşamasına geçilmelidir.

Keşif ve Buluş Aşamasında Dikkat Edilecek Hususlar

Öğrenciler ilgilerini çeken öğrenme faaliyetlerinde tekrar ve çeşitliliği kullanırlar. Burada *tekrar* tanıdık, bilinen, benzer olan; *çeşitlilik* ise farklı, yeni olan anlamında kullanılmaktadır. Tekrar ve çeşitlilik öğrencilere eski ile yeni, bilinen ile bilinmeyen arasında sürekli olarak bağlantı kurmalarını sağladığı için kavramsal gelişim için vazgeçilmezdir. Öğrencilerin ağırlık, denge ve tork konusunda çeşitli deneyimler yaşamadan, bu kavramların birbirinden farkını muhakeme etmeleri oldukça güçtür. Bu nedenle “Tomruk Kesme” sorusunun laboratuvarında hazırlanarak öğrencilerin deneyim yaşayarak öğrenmeleri sağlanmaya çalışılmıştır. Burada öğrencilerden bir dal parçası ve ucu açılmamış kurşun kalemin ağırlık merkezinden keserek her iki parçanın kütleleri ile ilgili tahminde bulunup açıklama yapmalarını ya da yazmalarını isteyiniz (bkz Şekil 2). Ek olarak, hemen herkesin çocukken deneyimlediği parktaki tahterevallili sorusu ile ilgili açıklamada bulunmalarını isteyiniz (bkz Şekil 4).

Keşif ve buluş animasyonları tasarlanırken Tahmin-Açıklama-Gözlem-Açıklama (TGA) öğretim tekniğine göre tasarlanmıştır. Bu nedenle, deneyler uygulanırken öğrencilere tahminleri ve tahminlerinin gerekçesi sorulmalıdır. Bu bir yandan öğrencilerin derse zihinsel katılımını arttırırken, diğer yandan öğretim elemanının öğrencilerin sahip olduğu bilgileri görmesine yardımcı olur. Keşif ve buluş aşaması tekrar ve çeşitlilik üzerine kurulmuştur. O nedenle öğrencilerin konu ya da kavramla ilgili mümkün olduğunca çok ve çeşitli deneyim yaşamaları temel ilke olarak benimsenmiştir. Açıklama aşaması ise öğrencilerin keşif ve buluş aşamasında elde ettikleri gözlem ve verilerin analizine dayalı olarak çeşitli çıkarımlar yapmaları ya da sonuç çıkarmalarını içermektedir. Bu aşama tamamlandıktan sonra öğrenciler tekrar “Tomruk Kesme” adlı biçimlendirici değerlendirme sorusuna yönlendirilmelidir. Öğrenciler yaşadıkları bütün deneyimlerin ışığı altında biçimlendirici yoklama sorusuna vermiş oldukları cevabı gözden geçirmelidirler. Öğrencilerinizi karşılıklı iddia ve kanıtlarını ortaya koyarak tartışmaya teşvik ediniz. Ağırlık merkezi ile ilgili daha fazla deneyim ve evde yapılabilecek bir deney için

aşağıda bağlantısı verilen videoyu izleyiniz: <http://www.youtube.com/watch?v=G0NNRho b0PA> (Wayne, 2011).

Bunları Biliyor muydunuz?

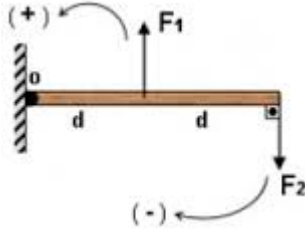
- Antik dünyanın ilk ve en büyük bilim adamı olarak kabul edilen Arşimet’in matematikçi, fizikçi, astronom, filozof ve mühendis olduğunu;
- Aynı zamanda Arşimet’in denge prensiplerini ilk defa ortaya koyan bilim insanı olduğunu;
- "Bana bir dayanak noktası verin Dünya'yı yerinden oynatayım." Sözü'nün de Arşimet'e ait olduğunu biliyor muydunuz?

SONUÇ ve ÖNERİLER

Öğrencilerin denge ve tork hakkındaki biçimlendirici yoklama sorularına verdikleri cevapları puanlandırılarak karşılaştırılmıştır. Bunun için öğrencilerin biçimlendirici değerlendirme yoklama sorusundan elde ettikleri öğretim öncesi puanlar ile öğretim sonrası puanlar eşleştirilmiş t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Öğretim öncesi puanların ortalaması ($M=2.69$, $SD=0.74$) ile öğretim sonrası puanların ortalaması ($M=1.69$, $SD=0.97$) arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($t(25)=5$, $p=0.005$). Bu sonuç biçimlendirici değerlendirmenin öğrencilerin kavramsal anlamasına geliştirici etkisi olduğunu göstermektedir.

Buna ek olarak öğrencilerin açıklamasının frekans analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucunda öğrencilerin %70'inin “yanlış” cevap olan, Hasan: “Her iki parçanın ağırlığı eşit olur.” ve %30'un ise “doğru” cevap olan, Mustafa: “Denge noktasının solundaki parçanın ağırlığı daha fazladır.” seçeneğini işaretledikleri görülmüştür. Öğrencilerin bu soruya yapmış oldukları açıklamalar üç kategoride toplanabilir. Yanlış tahmin ve açıklamada bulunan öğrencilerin açıklamaları iki grupta toplanabilir. Her iki parçanın ağırlığının eşit olduğunu düşünen öğrenciler gerekçe olarak tomruğun ağırlık merkezi, denge noktasında bulunduğu için iki tarafın da ağırlığının eşit olacağını belirtmişlerdir. Örneğin SB adlı bir öğrenci “*Hasan'a katılıyorum çünkü ağırlık merkezinin üzerinde. Bu yüzden iki parçasında ağırlığı eşit olur*” şeklinde açıklama yapmıştır. Yanlış cevap veren öğrencilerden bazılarının ise soruyu

destek noktasının üst kısmının düz olup olmaması ile açıklamaya çalıştıkları görülmüştür. Örneğin RE, “Eğer taşın üst yüzeyi düzgün ise ağırlıkları eşittir.” şeklinde bir açıklamada bulunmuştur (Bu öğrencinin cevabı ve yaptığı açıklama için bakınız Ek 1). Fen bilgisi öğretmen adaylarına biçimlendirici değerlendirme yaklaşımı tanıtmayı hedefleyen bir çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur (Bulunuz & Bulunuz, 2013).



Şekil 6. Kuvvet Momenti

Bilindiği üzere fizik ders kitaplarındaki tork ya da kuvvet momenti konusu Şekil 6’da olduğu gibi ($F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$) bir bilinmeyenli denklem çözümünü temel alan problemlerle doludur. Öğretmen adaylarının lise ve üniversitede almış oldukları fizik derslerinde bu tür problemleri defalarca “doğru olarak” çözmüş olmalarına rağmen, gerçek yaşamdan seçilmiş bir problem sorulduğunda, yorumlamada güçlük çekiyor olmaları, ezberlediklerinin bir göstergesidir (Bulunuz & Bulunuz, 2013). Bir formüle bağlı kalarak buldukları “doğru” sonuçların matematiksel işlem yapma becerisinden ibaret olduğu ve yapılan öğretimin kavramsal anlama ile sonuçlanmadığının bir kanıtıdır. Bu nedenle fen bilimleri derslerinde algoritmik ya da matematik işlem becerisi içeren problemler çözmeden önce öğrencilerin sorgulama, tahmin, gözlem, iddia, tartışma ve muhakeme becerilerini geliştirecek gerçek hayattan nitel problemlere daha çok yer verilmesi gerekmektedir.

Biçimlendirici değerlendirmeye dayalı öğretim uygulamalarının etkisini değerlendirmek için aynı soru yaklaşık altı ay sonra tekrar aynı grup öğrencilere yöneltilerek tahmin etme ve açıklama başarıları değerlendirilmiştir. İkinci analizden elde edilen bulgulara göre bu sefer, öğrencilerin %81,5’i “doğru” cevap olan “Mustafa” seçeneğini işaretlemişlerdir. Doğru cevap veren öğrencilerin açıklamalarına baktığımızda sorunun cevabında hem ağırlık hem de uzunluğu göz önünde bulundurarak

muhakeme yapabildikleri görülmüştür. Örneğin, BD adlı bir öğrenci “Mustafa haklıdır. Denge noktasının sağında kalan parçanın uzunluğu fazla olduğu için ağırlığı bundan dolayı daha az olacaktır.” şeklinde bir açıklamada bulunmuştur (Bu öğrencinin cevabından bir örnek kesit için bakınız Ek 2). Öğrencilerden bazıları açıklamalarını çizerek ve formül üzerinde ağırlık ve uzunluk çarpımı ile açıklamışlardır. Bazı öğrenciler açıklamalarında doğrudan torkun ne olduğunu açıklayarak doğru cevap vermişlerdir. Örneğin MY adlı başka bir öğrenci “Bence Mustafa haklıdır. Çünkü o noktaya göre tork aldığımızda cismin dengede olması gerekir. Kuvvet x Kuvvet Kolu = Yük x Yük kolu formülünden sol tarafın ağırlığı daha fazladır.” Bir diğer grup öğrenci de “Mustafa” seçeneğini işaretlemelerine ve formülü yanına yazmalarına rağmen alttaki açık uçlu bölüme herhangi sözel bir açıklama yazmamışlardır (Bu şekilde cevap veren bir öğrencinin cevabından kesit için bakınız Ek 3).

İlk değerlendirmede sık görülen kavram yanılgısı olan Hasan seçeneğini işaretleyen öğrencilerin oranı ikincide %18,5’e düşmüştür. Öğrencilerin başarılarının artmasında biçimlendirici yoklama sorusunun minyatür bir örneğini sınıfta yapmış olmaları rol oynamış olabilir. Ancak aradan altı ay gibi bir süre geçmiş olmasına rağmen öğrencilerin doğru cevabı halen hatırlayabilmeleri, yapılan uygulamanın etkili olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Buna ek olarak, tahtaravallide denge sağlanması ile ilgili aktivite ve bu konuyla ilgili izlenen videolar konunun anlaşılmasına katkı sunmuştur. Bu sonuçlardan yola çıkılarak söz konusu biçimlendirici değerlendirme yöntemine yönelik öğretim yaklaşımlarının fen bilimleri programının bütününe yayılmasına yönelik çalışmalar yapılmasına ihtiyaç vardır. Bu araştırmada öğrencilerin sadece biçimlendirici yoklama sorusu kullanıldıktan sonra sahip oldukları kavramsal anlama düzeyleri ve biçimlendirici yoklama sorusunun ardından yapılan deneysel uygulamanın akabinde sahip oldukları kavramsal anlama düzeylerini tespit etmeye yönelik herhangi bir çalışma yürütülmemiştir. Daha sonraki çalışmalarda deneysel uygulamaları biçimlendirici yoklama sorusu uygulanarak ve uygulanmayarak karşılaştırmak adına bir control grubu seçilmesi önerilmektedir. Böylece derslerde

biçimlendirici yoklama sorusu kullanılmasının öğrenmeye etkisi daha net biçimde tespit edilebilir.

KAYNAKLAR

- Akkaya, M.M. (2006). *Ortaöğretim 10. sınıf öğrencilerinin moment konusundaki kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Fizik Eğitimi Ana Bilim Dalı, Balıkesir.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., & Pintrich, P. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational outcomes: Complete edition*. NY: Longman.
- Aydeniz, M., & Pabuçcu, A. (2011). Understanding the impact of formative assessment strategies on first year university students' conceptual understanding of chemical concepts. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 5(2), 18-41.
- Bransford, J. D., Brown, A., & Cocking, R. (1999). *How people learn: Mind, brain, experience, and school*. Washington, DC: National Research Council.
- Bulunuz, M., & Bulunuz, N. (2013). Fen öğretiminde biçimlendirici değerlendirme ve etkili uygulama örneklerinin tanıtılması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(4), 119-135.
- Bulunuz, M., & Bulunuz, N. (2014). Fen öğretiminde biçimlendirici değerlendirme ve etkili uygulama örneklerinin tanıtılması II. *Yeni Türkiye Dergisi*, 59, 1278-1283.
- Bulunuz, M., & Bulunuz, N. (2016). Biçimlendirici değerlendirme sorusu kullanılarak lise öğrencilerine eylemsizlikle ilgili yapılan öğretimin değerlendirilmesi. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 6(2), 50-62.
- Bulunuz, N., Bulunuz, M., Karagöz, F., & Tavsanlı, Ö. F. (2016). Achievement levels of middle school students in the standardized science and technology exam and formative assessment probes: A comparative study. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 2(1), 33-50.
- Bulunuz, N., Bulunuz, M., & Peker, H. (2014). Effects of formative assessment probes integrated in extra-curricular hands-on science: Middle school students' understanding. *Journal of Baltic Science Education*, 13(2), 243-258.
- Büyükkarcı, K. (2010). *The effect of formative assessment on learners' test anxiety and assessment preferences in efl context* (Unpublished dissertation). Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Carlson, M. O. B., Humphrey, G. E., & Reinhardt, K. S. (2003). *Weaving science inquiry and continuous assessment: using formative assessment to improve learning*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage publications.
- Clark, I. (2012). Formative assessment: Assessment is for self-regulated learning. *Educational Psychology Review*, 24, 205-249. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1007/s10648-011-9191-6>
- Clark, I. (2015). Formative assessment: Translating high-level curriculum principles into classroom practice. *Curriculum Journal*, 26(1), 91-114. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1080/09585176.2014.990911>
- McMillan, J.H., & Schumacher, S. (2010). *Research in education: Evidence-based inquiry (7th Edition)*. New York: Pearson Publishing.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber* (3. Baskı). (S. Turan, Çev.). Ankara: Nobel Yayınevi.
- Metin, M., & Birişçi, S. (2009). Biçimlendirici değerlendirmenin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye etkisi ve adayların değerlendirme hakkındaki düşünceleri. *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 34(370), 31-39.
- Meusen-Beekman, K. D., Brinke, J., & Boshuizen, H. P. A. (2015). Developing young adolescents' self-regulation by means of formative assessment: A

- theoretical perspective. *Cogent Education*, 2(1), 1071233.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *Fizik öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx?islem=1&kno=217> adresinden erişildi.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) Fen Bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. <http://ttkb.meb.gov.tr/www/ogretim-programlari/icerik/72> adresinden erişildi.
- Karataş, F. Ö. (2003). *Lise 2 kimyasal denge konusunun öğretiminde bilgisayar paket programları ile klasik yöntemlerin etkililiğinin karşılaştırılması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Keeley, P. (2008). *Science formative assessment: 75 practical strategies for linking assessment, instruction, and learning*. California: Corwin & NSTA Press.
- Keeley, P., & Harrington, R. (2010). *Uncovering student ideas in physical science: 45 new force and motion assessment probes, Vol.1*. California: Corwin & NSTA Press.
- Love, N. (2002). *Using data/getting results: A practical guide for school improvement in mathematics and science*. Norwood, MA: Christopher-Gordon Publishers.
- Ökten, A. (2009). *Effects of formative assessment application on students' language proficiency and beliefs in language learning in e.f.l context: A case study* (Unpublished master's thesis). Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Rowlands, S., Graham, T., & Berry, J. (1998). Identifying stumbling blocks in the development of student understanding of moments of forces. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 29(4), 511-531.
- Sato, M. (2003). Working with teachers in assessment-related professional development. In J. M. Atkin & J. E. Coffey (Eds.), *Everyday assessment in the science classroom* (pp. 109-120). Arlington, VA: National Science Teachers' Association Press.
- Solgun, A. (2014). *The effects of formative assessment on students' participation in an English language program* (Unpublished master's thesis). Çağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Mersin.
- Stake, R. (2003). Case studies. In N. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Strategies of qualitative inquiry* (pp. 134-164). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Tan, Ş. (2010). *Öğretimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi.
- Trauth-Nare, A., & Buck, G. (2011). Using reflective practice to incorporate formative assessment in a middle school science classroom: A participatory action research study. *Educational Action Research*, 19(3), 379-398.
- Trumper, R., & Gorsky, P. (1996). A cross-college age study about physics students' conceptions of force in pre-service training for high school teachers. *Physics Education*, 31(4), 227-236.
- Wayne, D. (2011, August 26). *Balancing forks on the tip of a toothpick trick* [Video file]. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=G0NNRhob0PA>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (5.baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Kaynak Gösterme

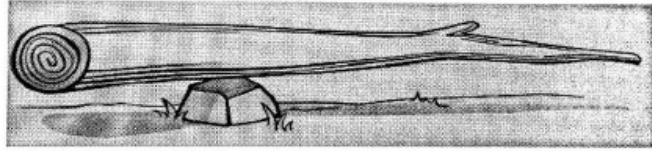
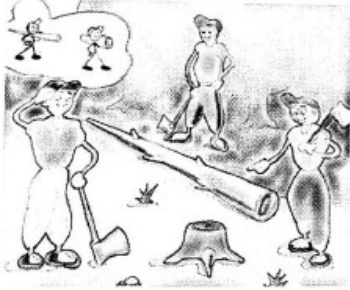
Bulunuz, N., & Bulunuz, M. (2017). Biçimlendirici değerlendirme uygulamalarının lise öğrencilerinin denge ve tork kavramlarını anlamalarına etkisinin değerlendirilmesi. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 7(1), 21-33. <http://www.ated.info.tr/index.php/ated/issue/view/13> adresinden erişildi.

Ek 1

Yanlış Cevap Olan “Hasan” Seçeneğini İşaretleyen Öğrencinin (RE) Cevap Kâğıdından Örnek Kesit

TOMRUK KESME

Üç oduncu kurumuş ağaçlardan odun yapmak için ormana gitmişler. Ormanda uzun bir tomruk bulmuşlar. Yoldaki kamyonu kadar tomruğu sırtlarında taşımak için iki eşit parçaya bölmek istemişler. İki parçanın ağırlığının eşit olması için Hasan: “Tomruğu bir kaya üzerinde dengeleyip, denge noktasından keselim” demiş. Tomruğu bir kaya üzerinde dengeledikten sonra aralarında bir tartışma çıkmış.



Hasan: Her iki parçanın ağırlığı eşit olur. **X**

Ahmet: Denge noktasının sağındaki parçanın ağırlığı daha fazladır.

Mustafa: Denge noktasının solundaki parçanın ağırlığı daha fazladır.

En doğru cevabı işaretleyiniz. Bu yargıya ulaşmada kullandığınız kural ya da düşünceleri açıklayınız.

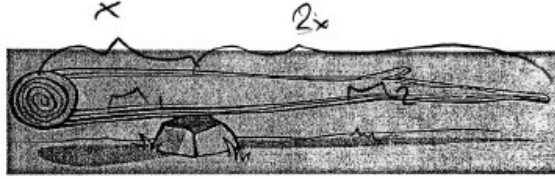
Eğer taşın üst yüzeyi düzgün ise ağırlıkları eşittir.

Ek 2

Doğru Cevap Olan “Mustafa” Seçeneğini İşaretleyen Öğrencinin (BD) Cevap Kâğıdından Örnek Kesit

TOMRUK KESME

Üç oduncu kurumuş ağaçlardan odun yapmak için ormana gitmişler. Ormanda uzun bir tomruk bulmuşlar. Yoldaki kamyonu kadar tomruğu sırtlarında taşımak için iki eşit parçaya bölmek istemişler. İki parçanın ağırlığının eşit olması için Hasan: “Tomruğu bir kaya üzerinde dengeleyip, denge noktasından keselim” demiş. Tomruğu bir kaya üzerinde dengeledikten sonra aralarında bir tartışma çıkmış.



Hasan: Her iki parçanın ağırlığı eşit olur.

Ahmet: Denge noktasının sağındaki parçanın ağırlığı daha fazladır.

Mustafa: Denge noktasının solundaki parçanın ağırlığı daha fazladır.

En doğru cevabı işaretleyiniz. Bu yargıya ulaşmada kullandığınız kural ya da düşünceleri açıklayınız.

Mustafa haklıdır. Denge noktasının sağında kalan parçanın uzunluğu fazla olduğu için ağırlığı da bundan dolayı daha az olacaktır.

Handwritten notes and calculations:

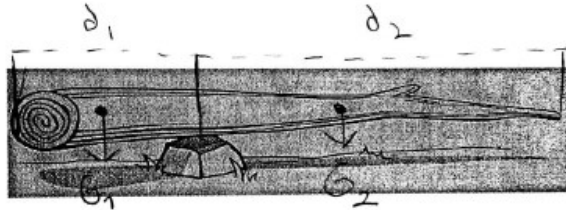
- A circled number 3.
- A plus sign.
- The equation $m_1 \cdot x = m_2 \cdot l$.
- The equation $m_1 > m_2$.
- A plus sign.

Ek 3

Doğru Seçenek Olan “Mustafa” Seçeneğini İşaretleyen, Formülü Yazan, Fakat Sorunun İkinci Bölümüne Açıklama Yazmamış Olan Bir Öğrencinin Cevap Kâğıdından Örnek Kesit

TOMRUK KESME

Üç oduncu kurumuş ağaçlardan odun yapmak için ormana gitmişler. Ormanda uzun bir tomruk bulmuşlar. Yoldaki kamyonu kadar tomruğu sırtlarında taşımak için iki eşit parçaya bölmek istemişler. İki parçanın ağırlığının eşit olması için Hasan: “Tomruğu bir kaya üzerinde dengeleyip, denge noktasından keselim” demiş. Tomruğu bir kaya üzerinde dengeledikten sonra aralarında bir tartışma çıkmış.



$$d_1 < d_2$$

$$\Sigma = F \cdot d$$

Hasan: Her iki parçanın ağırlığı eşit olur.

Ahmet: Denge noktasının sağındaki parçanın ağırlığı daha fazladır.

Mustafa: Denge noktasının solundaki parçanın ağırlığı daha fazladır.

En doğru cevabı işaretleyiniz. Bu yargıya ulaşmada kullandığınız kural ya da düşünceleri açıklayınız.

$$G_1 \cdot d_1 = G_2 \cdot d_2$$

$$d_1 < d_2 \rightarrow G_2 < G_1$$