Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED) / Journal of Inquiry Based Activities (JIBA)
Cilt 8, Sayı 2, 127-149, 2018

ARGÜMANTASYONA DAYALI SORGULAMA YÖNTEMİNİN ELEKTRİK ENERJİSİ KONUSUNDA KULLANIMINA İLİŞKİN ETKİNLİK ÖRNEĞİ[1]

Sevinç Kaçar[2], Ali Günay Balım[3]

ÖZ

Bu çalışmada, fen derslerinde argümantasyona dayalı sorgulama yönteminin kullanımına ilişkin bir etkinliğin uygulama örneği ve uygulamanın öğrencilerin öğrenmeleri üzerindeki etkileri hakkında bilgilere yer verilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 7. sınıf "Elektrik Enerji" ünitesi ampul parlaklığı ile direnç ilişkisi konusuna yönelik olarak "Seri Bağlı Devreyi İnceleyelim" etkinliği geliştirilmiştir. Geliştirilen etkinlik, 7. sınıfta öğrenim gören 32 öğrencinin katılımıyla fen bilimleri dersinde uygulanmıştır. Uygulamalar sonucunda öğrencilerin, seri bağlı devrelerde gerilim sabit iken ampul parlaklığı ile devrenin toplam direnci ve ampulün üzerinden geçen akım arasındaki ilişkiyi anlamlı şekilde öğrendikleri görülmüştür. Aynı zamanda öğrencilerde takımla çalışma, iletişim becerisi gibi becerilerin geliştiği belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda argümantasyona dayalı sorgulama yönteminin, (1) Fen bilimleri dersi kapsamında yer alan diğer ünitelerin öğretiminde de uygulanması ve öğrenci öğrenmeleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi ve (2) Yirmi birinci yüzyıl becerileri kapsamında ele alınan yaratıcılık ve yenilikçilik gibi diğer becerilerin öğrencilere kazandırılmasındaki etkisinin belirlenmesine yönelik benzer çalışmaların gerçekleştirilmesi önerilebilir.
Anahtar kelimeler: argümantasyona dayalı sorgulama, elektrik enerjisi, fen bilimleri eğitimi.

AN ACTIVITY RELATED TO THE USE OF ARGUMENTATION-DRIVEN INQUIRY METHODS IN ELECTRICITY ENERGY TOPIC

ABSTRACT

This study reports on the implementation of an activity that used argument-driven inquiry methods and its effects on students' learning. "Let's Examine the Serial Circuits" activity on the "Electricity Energy" unit was developed and implemented in a science lesson with the participation of 32 seventh grade students. As a result of participating in the activity, the students comprehended that the brightness of a lamp depends on the total resistance of the circuit and the current flowing through the lamp when the voltage is constant in series connected circuits. Also, the students improved their teamwork and communication skills. As a result of this study, we suggest (1) applying the argument-driven inquiry method to teach the other science units and examining the effects on student learning (2) determining the effects of the argument-driven inquiry method on the acquisition of other skills important in 21st century such as creativity and innovativation.
Keywords: argumentation based inquiry, electricity energy, science education.

Makale Hakkında:
Gönderim Tarihi: 22.05.2018
Kabul Tarihi: 31.08.2018
Elektronik Yayın Tarihi: 29.10.2018

---

[1]Bu çalışma 2nd International Conference on Best Practices and Innovations in Education (INOVED) konferansında sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Çalışma, 2017.KB.EGT.001 (2016149) numaralı DEU-BAP Projesince desteklenmektedir. Bu çalışma, birinci yazarın "Fen Bilimleri Öğretiminde Argümantasyona Dayalı Sorgulama Yöntemi Kullanımının Öğrencilerin Epistemolojik İnançlarına, Üst Biliş Becerilerine ve Kavramsal Anlama Düzeylerine Etkilerinin Araştırılması" başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

[2]Doktora Öğrencisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi, kacarsevinc@gmail.com, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4288-592X

[3]Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi, agbalim@gmail.com, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2010-1696

GİRİŞ

Günümüzde fen derslerinin doğası ve odağı, öğrencilerin bilginin hazır alıcısı olmaktan daha çok onların bilimi nasıl bildiği, yeni bilgiyi nasıl geliştirdikleri ve bu bilginin güvenirliğinden nasıl emin oldukları, öğrendikleri bilgiler ile gerçek dünya arasında nasıl ilişki kurmaları gerektiği yönünde değişmiştir. Bu da öğretmenlerin, öğrencilerin bir fen problemine ilişkin araştırma yöntemini tasarlama-yürütme-sonlandırma ile bu süreçte onların argüman geliştirme ve bunu akranlarıyla tartışıp eleştirebilmelerine imkan sunan yeni öğretim yöntemlerine olan gereksinimlerini gündeme getirmiştir (Sampson, Grooms, & Walker, 2009). Argümantasyona dayalı sorgulama yönteminin bu gereksinimi karşılayabilecek etkili bir yöntem olduğu söylenebilir. Argümantasyona dayalı sorgulama, öğrencilerin kendi araştırma sorusunu belirledikleri, bu soruyu çözmek için en uygun yöntemi tasarladıkları-yürüttükleri-sonlandırdıkları ve bu sürecin tüm aşamalarını akranlarıyla tartışarak gerçekleştirdikleri bir yöntemdir (Sampson & Gleim, 2009).

Argümantasyona dayalı sorgulama, sekiz aşamadan oluşur. *İlk aşama*sı görevin ve araştırma sorusunun tanımlanmasıdır. Bu aşamada öğretmen, şaşırtıcı bir olayı ve bu olayla ilgili çözülmesi gereken bir problemi öğrencilere tanıtır (Sampson & Walker, 2012). Öğrenciler bu problemi çözmek için araştırma sorusu belirler. *İkinci aşama*, araştırma yönteminin tasarlanması ve verilerin toplanmasıdır. Öğrenci grupları araştırma sorularını cevaplamak için en uygun araştırma yöntemini tasarlarlar, uygularlar ve araştırma sorularının çözümü için veri toplarlar (Sampson vd., 2014). *Üçüncü aşama*, veri analizi ve geçici argümanın oluşturulmasıdır. Gruplar verilerini analiz edip yorumlayarak geçici argümanlarını oluştururlar (Walker, Sampson, Grooms, Anderson, & Zimmerman, 2012). *Dördüncü aşama*, argümantasyon sürecidir. Gruplar geçici argümanlarını diğer gruplarla paylaşır, tartışır, değerlendirir ve argümanlarını tekrar düzenler (Sampson, Enderle, Grooms, & Witte, 2013). *Beşinci aşama*, büyük grup tartışmasının (sınıf tartışması) gerçekleştirildiği doğrudan yansıtıcı tartışma sürecidir. Öğrenciler, öğretmen rehberliğinde araştırma soruları hakkında öğrendiklerini paylaşırlar ve bu deneyimden yola çıkarak bilimin doğası ya da bilimsel araştırmanın doğası ile ilgili fikir alışverişinde bulunurlar (Sampson vd., 2009). *Altıncı aşama*, araştırma raporunun yazılmasıdır. Öğrenciler bireysel çalışarak bilim insanlarının yazma süreçlerini deneyimlerler (Sampson vd., 2014; Wallace, Hand, & Prain 2004). Raporlarda verilerin düzenlenmesinde kullanılan tablo veya grafiklere atıf yapılması teşvik edilir ve "Bu araştırmada hangi soruya cevap arıyorum? Neden?", "Araştırmada ne yaptım ve neden yaptım?" ve "Araştırma sonrası argümanım nedir?" soruları yanıtlanır. *Yedinci aşama*, çift kör akran değerlendirmesidir. Öğrenciler farklı rapor örneklerini okuma fırsatı elde ederek bilimsel bilginin sunulmasının farklı yolları olduğunu deneyimlerler (Sampson vd., 2011). *Son aşama* ise, akran değerlendirmesi sonrası dönütlere göre araştırma raporunun düzenlenmesi ve teslim edilmesidir. Uygulayıcılar için rehber olması amacıyla bu sekiz süreç Ek 1'de detaylı olarak sunulmuştur.

Alan yazın incelendiğinde, argümantasyona dayalı sorgulama yönteminin genellikle üniversite ve lise düzeyindeki öğrencilerin bilimsel yazma becerileri, üst biliş becerileri, fen konuları ile ilgili kavramları öğrenmeleri ve sözlü-yazılı argüman becerilerinin gelişimi üzerinde olumlu etkileri olduğunu belirten araştırmalara rastlanılmıştır (Enderle, Groom, & Sampson, 2013; Erenler, 2017; Sampson vd., 2011; Sampson & Walker, 2013; Walker vd., 2012). Buna ilaveten, henüz çok yeni olan bir yöntem olan argümantasyona dayalı sorgulama yönteminin ilköğretimde uygulanmasına ilişkin sadece iki araştırma ile karşılaşılmıştır. Bunlardan ilkinde, argümantasyona dayalı sorgulama yönteminin dördüncü sınıf öğrencilerinin feni öğrenmelerine ve argümantasyona katılma isteklerine etkisi incelenmiştir (Chen, Wang, Lu, Lin, & Hong, 2016). Diğerinde ise, argümantasyona dayalı sorgulama yönteminin yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, tartışmaya katılma isteklerine ve argümantasyon seviyelerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır (Aktaş, 2017). Bu bağlamda, argümantasyona dayalı sorgulama yöntemine ilişkin ilköğretim öğrencileri ile hem ülkemizde hem de diğer ülkelerde yeterince araştırmanın gerçekleştirilmediği ancak bu alanda çalışmaların sürdürüldüğü söylenebilir. Bu nedenle bu çalışmada, fen derslerinde argümantasyona dayalı sorgulama

yönteminin ortaokul öğrencilerinin katılımıyla gerçekleştirilmesine ilişkin etkinliğin uygulama örneği ve uygulamanın öğrencilerin öğrenmeleri üzerindeki etkileri hakkında bilgilere yer verilmesi amaçlanmıştır. Bu noktada, ortaokul fen derslerinde argümantasyona dayalı sorgulama yönteminin kullanılmasının öğrencilerin fen kavramlarını öğrenmelerinde ve belli yaşam becerilerini geliştirmelerinde etkili olacağı düşünülmektedir.

ETKİNLİĞİN UYGULANMASI

"Seri Bağlı Devreyi İnceleyelim" etkinliği yedinci sınıf "Elektrik Enerjisi" ünitesi seri bağlı devrelerde ampul parlaklığı ile direnç ilişkisi konusuyla ilgili "7.6.1.7. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklık farklılığının sebebini elektriksel dirençle ilişkilendirir." (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013, s. 36) kazanımı ile ilgilidir. Bu etkinlik yukarıda açıklandığı gibi fen öğretiminde "argümantasyona dayalı sorgulama yöntemi" kullanılarak hazırlanmış ve uygulanmıştır. Çalışma, Ege Bölgesi'nde yer alan bir devlet ortaokulunda yedinci sınıfta öğrenim gören 32 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Bu etkinlik kapsamında öğrenciler fen bilimleri laboratuvarında bir bilimsel araştırma-sorgulama çalışması gerçekleştirmişlerdir. Bu etkinlik toplam 6 ders saatini kapsamaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, fen derslerinde argümantasyona dayalı sorgulama yönteminin kullanımına ilişkin etkinliklerden birinin uygulama örneği ve nasıl uygulandığının detaylı bir şekilde ele alınmasıdır. Çalışmada aynı zamanda, fen derslerinde argümantasyona dayalı sorgulama yöntemi uygulamalarının öğrencilerin öğrenmeleri/gelişimleri (kavramsal anlama, yaşam becerileri vb.) üzerindeki etkisini değerlendirmek amaçlanmıştır. Bu amaçla "Seri Bağlı Devreyi İnceleyelim" etkinliği geliştirilirken seri bağlı devrelerde toplam direnç, lamba parlaklığı ve akım konularının öğretimi ile bazı yaşam becerilerinin (takım çalışması, argüman ile iletişim becerisi) öğrencilere kazandırılmasına odaklanılmıştır. Bu amaçlarla, etkinliğin beşinci aşamasında (doğrudan yansıtıcı sınıf tartışması) öğrencilere; kendi ve diğer akranlarının gerçekleştirdikleri araştırmalar örnek alınarak deneyin ne olduğu, deneysel çalışmaların özellikleri ve bilimde deneyin yeri ile veri ve kanıtın aynı şey olup-olmadığı konusunda görüş kazandırılmaya özen gösterilmiştir. Etkinlik uygulamaları boyunca öğrencilere; seri bağlı devrelerdeki ampullerin parlaklıkları hakkında neler söylenebileceği, bu devrelerdeki ampullerin parlaklık farklıkları hakkında bilgi sahibi olmak için nasıl bir araştırma izlenebileceği, ampul parlaklıklarının farklı olmasını akranlarına nasıl kanıtlayabilecekleri gibi bir argümanın ve araştırma sürecinin sahip olması gereken özellikler sık sık hatırlatılmıştır. Bu bağlamda, etkinlik araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olup, etkinliğin ortaya çıkmasında fen bilimleri öğretmenlerinden ve fizik alanında uzman öğretim üyelerinden destek alınmıştır.

Kullanılan Araç ve Gereçler

- Etkinlik Kağıdı (Ek 2)
- Akran değerlendirme rehberi ve öğretmen puanlama rubriği (Sampson vd., 2014)
- Değerlendirme Soruları (Ek 3)

Grup sayısı kadar;

- Farklı dirençlere sahip ampuller ve duylar
- Anahtar
- Yeterince iletken bağlantı kablosu
- Çeşitli boyutlarda gerilimlere sahip (1,5V, 3V, 9V vb.) pil ya da güç kaynağı
- Pil yatağı
- Ampermetre
- Voltmetre
- Işık sensoru
- Akıllı tahta ya da tablet bilgisayar

Uygulama Basamakları

Birinci aşama. Bu aşamanın başlangıcında öğretmen, akademik başarı düzeyi farklılık (zayıf-orta-iyi) gösteren 3-4 öğrenciden oluşan heterojen gruplar oluşturur. Ancak buradaki en önemli husus, öğretmen tarafından öğrenci grubu oluşturulmasına rağmen bu aşamada öğrenciler bireysel olarak çalışırlar. Burada grup oluşturmanın tek amacı argümantasyona dayalı sorgulama yönteminin diğer aşamalarında gerçekleştirilecek olan grup çalışması için şimdiden grupları oluşturmaktır. Buna ilaveten, daha önceden hazırlanmış olan etkinlik kağıdı (Ek 2) her bir öğrenciye dağıtılır. Ardından, bu etkinliğin ne olduğu ve öğrencilerin neler yapacakları konusunda kısaca bilgi verilir. Sonra, öğrencilerden

bireysel olarak "Seri Bağlı Devreyi İnceleyelim" etkinliğindeki karikatürü okumaları istenir. Bu karikatürde seri bağlı devrelerde ampul parlaklıkları hakkında konuşan Alp, Hilal, Yavuz ve Simge isimli çocuklar yer almaktadır. Burada etkinliği bir kez de öğretmen kendisi okuyabilir ya da başka bir öğrenciye yüksek sesle okutabilir. Ardından, sıraların arasında gezilerek öğrencilere "Bu karikatürde ne anlatılıyor?", "Sence bu karikatürden yola çıkarak neyi araştırmalıyız ya da neye çözüm bulmamız isteniyor?", "Peki sence araştırma sorumuz ne olmalıdır?" gibi sorular yöneltilerek öğrenciler konu hakkında düşünmeye sevk edilir. Hemen akabinde, öğrencilerden bunun için bir araştırma sorusu geliştirmelerini istenir. Bu süreçte, hiçbir şekilde öğrencilerin düşünceleri iyi-kötü ya da doğru-yanlış şekilde yargılanmaz ve onlara doğrudan ne yapmaları gerektiği söylenmez. Birbirleriyle fikir alışverişi yapmaları teşvik edilir. Bu aşamada, öğrencilerden seri bağlı devrelerde gerilim sabit iken lamba parlaklığına direncin ve akımın etkisini belirlemeye yönelik bir araştırma sorusu geliştirmelerini beklenir. Öğrencilerin, "Seri bağlı devrelerde gerilim sabit iken ampul parlaklığını etkileyen değişkenler nelerdir?" sorusunu geliştirmesi hedeflenir. Uygulamada geliştirilen araştırma sorularından birisi "Devrelerin bağlanma şekillerine göre lamba parlaklıkları nasıl değişir?" şeklindedir. Ek 4'te daha çok örnek sunulmuştur.

İkinci aşama. Bu aşamada, öğrenciler birinci aşamanın başlangıcında oluşturulan gruplarıyla birlikte çalışırlar. Öncelikle, öğrencilerin çalışmalarında kullanabilecekleri elektrik devresi malzemeleri ve bunların yer aldığı listeler her bir gruba dağıtılır. Ancak bu malzemeler, bu etkinlikte kullanılacak olsun ya da olmasın karışık bir şekilde öğrenciye sunulur ki onlar yöntemlerinde hangi materyalleri kullanacaklarına kendileri karar verirler. Bunun nedeni öğrencileri araştırma yöntemleri hakkında yönlendirmemektir. Dersin birkaç dakikası ayırılarak öğrencilere devre elemanlarını nasıl kullanacakları ayrıntılarıyla açıklanabilir. Bunun nedeni öğrencilerin devre elemanlarına yabancı olmasından değil genellikle bunları yanlış ya da güvenlik önlemlerine dikkat etmeden kullanmalarını önlemek içindir. Çünkü uygulamalar sürecinde öğrencilerin bazılarının pilin çalışıp çalışmadığını test etmek için dillerine dokundukları ya da iletken kablonun uçundaki krokodilleri burunlarına veya parmaklarına tutturmaya çalıştıkları görülmüştür. Dahası, bazı öğrencilerin ampullerinin ışık vermediği görülmüştür. Çünkü kullandıkları pil 1,5 V iken ampulleri ise 2,5V gerilim ile çalışabilmekteydi. Bu ve bunun gibi durumlar nedeniyle etkinlik sürecinde öğrencilerin materyal kullanım bilgisinden kaynaklı hatalı ya da eksik veri toplama gibi durumların önüne geçmek için devre elemanlarının kullanımı açıklanmalıdır.

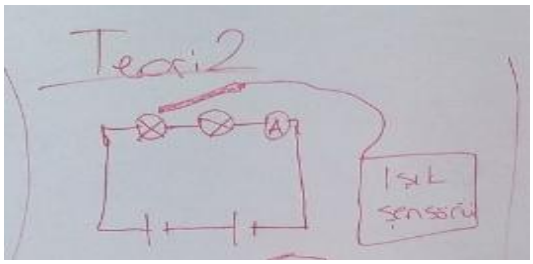
Yukarıda bahsedilen ön hazırlıklar tamamlandıktan sonra gruptaki her öğrenci kendi belirlediği araştırma sorusunu grup arkadaşlarına okur. Ardından grup arkadaşlarıyla birlikte seri bağlama, akım, gerilim, akımın ve gerilimin ölçülmesi konusunda neler bildiklerine ilişkin kısa bir beyin fırtınası yaparlar. Akabinde seri bağlı devrelerde ampul parlaklığını etkileyen etmenleri belirlemek için ne tür bilgileri araştırmaları gerektiğine karar verirler. Hemen bunun ardından, gruptaki her bir öğrenci giriş etkinliğindeki (karikatürdeki) düşüncelerden hangisini savunduğunu arkadaşlarına açıklar. Kavram karikatüründeki konuşma baloncukları içerisinde seri bağlı ampullerin parlaklıklarına ilişkin öğrencilerde yaygın görünen alternatif öğrenme ifadeleri yer almaktadır. Diğer bir ifade ile bu konuşma baloncukları içerisinde öğrencilerin bu etkinlik kapsamında oluşturması muhtemel argümanlar ele alınmıştır ve öğrencilerin bu etkinlikte neyi araştırmaları gerektiği vurgulanmıştır. Bu nedenle, etkinlik boyunca öğrencilerin kavram karikatüründe yer alan ifadelerden birini seçmesi ve araştırma sorusuyla bunu eşleştirmesi, ardından buna ilişkin kanıtlarını ve gerekçelerini dayandırabileceği bir deney düzeneği tasarlaması ve yürütmesi beklenir. Bu noktada her bir öğrenciden grup arkadaşları ile belirledikleri araştırma sorusunun çözümü hakkında neler yapabilecekleri konusunda beyin fırtınası yapması istenir.

Bu aşamada, öğrenciler kendilerine rehberlik edilmesi gereksinimi duyabilirler. Bu noktada, öğrencilere;

- Burada araştırma sorunuz nedir?
- Laboratuvar malzemelerinden hangilerini kullanmanız gerekir?

- Araştırmanızda hangi değişkenleri/değerleri ölçmeniz gerekir?
- Ampulün parlaklığını nasıl ölçeceksiniz?
- Devrenin seri bağlanmasının yanında başka hangi faktörler ampulün parlaklığını etkileyebilir?

gibi rehber sorular yöneltilebilir. Ancak, öğrencilerin nasıl bir deneysel çalışma yapacakları doğrudan söylenmez ve onların tasarlayacağı araştırma yöntemi doğru-yanlış diye değerlendirilmez. Eğer öğrencilerin elektrik konusuyla ilgili ön öğrenmelerinde bir eksiklik fark edilirse akım ve gerilimin ne olduğu ve bunların nasıl ölçüldüğüne ilişkin hatırlatıcı kısa bilgiler verilebilir. Şekil 1'de öğrencilerin tercih ettikleri araştırma yöntemlerine ilişkin bir örnek sunulmuştur.



Şekil 1. Bir Grubun Araştırma Yöntemi

Öğrencilerin seri bağlı devre düzenekleri tasarlamalarının ardından veri toplama sürecine geçilir. Bu noktada, öğrencilerden ampermetre ve voltmetrenin devrede doğru şekilde kullanıldığı ampul sayıları birbirinden farklı ve kendilerine verilen karikatürdekine benzer seri bağlı üç ayrı devre kurmaları beklenir. Ancak süreçte, öğrencilerin bazıları karikatürdeki gibi devre düzeneklerini kurabilirken bazıları ise karikatürdeki devre düzeneklerinden bağımsız farklı devreler kurmuşlardır. Bunun nedeni her grubun araştırmalarında izleyecekleri yönteme kendilerinin karar verme özgürlüğünün olmasıdır. Bu nedenle doğru sonuca ulaşmayı sağlayan her türlü devre düzeneği (1-2-4 ampullü devre ya da 1-3-5 ampullü seri bağlı devreler vs.) öğretmen tarafından kabul edilebilir. Bu süreçte önemli olan şey her grubunun verilerini toplamasıdır. Bunun için gerekli olursa her bir grubun verilerini toplamalarına rehberlik edilebilir. Bu durumda öğrencilere;

- Verilerinizi nasıl düzenleyeceksiniz?
- Devrenizdeki akımı hangi sıklıkla ölçmelisiniz?
- Devrede hangi iki nokta arasındaki gerilimi ölçmek gerekir?
- Akımı ölçmek için ampermetreyi devrede hangi noktalar arasına bağlamak gerekir?
- Devrede neleri değiştirdiğinizde akımı ya da gerilimi yeniden ölçmek gerekir?
- Ampul parlaklığına ilişkin ışık sensörünün ölçtüğü hangi verileri kaydetmelisiniz?

gibi rehber sorular yöneltilebilir. Burada, öğrencilere verilerini mutlaka kaydetmeleri ve ölçümlerini mümkün olduğunca tekrarlamaları vurgulanmalıdır. Veri toplama sürecinde, öğrenciler ampermetre, voltmetre ve ışık sensoru gibi ölçüm araçlarını kullanmaya teşvik edilmelidir. Çünkü bu etkinlikte kullanılan laboratuvar malzemeleri ile ampul parlağındaki değişimi duyu organları ile algılamaları ve seri bağlı bir devredeki parlaklık farklılığının sebebinin elektriksel dirençle ilişkili olduğunu kavramaları çok zordur. Ek 4'te öğrencilerin topladıkları verilere ilişkin bazı örnekler sunulmuştur.

Üçüncü aşama. Öğrencilerin küçük gruplar halinde çalıştıkları ve bir önceki aşamada topladıkları verileri analiz edip geçici argümanlarını oluşturdukları süreçtir. Bu aşamada ilk olarak öğrenciler, seri devrelerde ampul parlaklığına ilişkin toplamış oldukları akım ve gerilim ile ilgili ölçümleri (verileri) değerlendirirler. Bu noktada, öğrencilere verileri birbiriyle nasıl kıyaslayacakları ve analiz edecekleri konusunda sorular sorulmalıdır. Örneğin;

- Seri bağlı devrede lamba parlaklıklarının her ölçümde farklı çıkmasının nedeni ne olabilir? Bunu açıklamak için hangi değişkenleri birbiriyle karşılaştırman gerekir?
- Seri bağlı devrede pil gerilimi sabitken eklediğin her yeni ampul sonrası lamba parlaklığının değişmesinin nedeni ne olabilir? Bunu açıklamak için hangi değerleri birbiriyle kıyaslamak gerekir?
- Ampermetrede okunan değer neden bir öncekinden farklı çıkmış olabilir?
- Verilerinizi anlamak için ne tür bir tablo veya grafik oluşturabilirsiniz?

gibi sorular öğrencilere yöneltilebilir. Veri analizi sonucunda öğrenciler "Seri bağlı devrelerde gerilim sabitken ampul sayısı artıkça lamba parlaklığı azalır." gibi çıkarımlarda bulunabilirler.

Veri analizi sürecinin tamamlanmasının ardından, her bir öğrenci grubu kendi

grubundaki akranlarıyla tartışarak ortak bir noktaya vardığı yani geçici argüman geliştirdikleri sürece geçerler. Buna geçici argüman süreci denir. Öğrenciler henüz diğer gruplardaki akranları ile karşılaşmadıkları ve onların eleştirilerini almadıkları için oluşturulan bu argümanlar geçici argümanlar olarak nitelendirilir. Her bir öğrenci grubu topladıkları verilere ve analiz sonuçlarına göre farklı argümanlar geliştirebilirler. Bu da seri bağlı devrelerde lamba parlaklığını etkileyen etmenler hakkında farklı tartışmaların gerçekleştirilmesini sağlar. Argümanına karar veren her bir öğrenci grubu, iddialarını açıklayacak en iyi kanıtları ve gerekçeleri belirlemek için kendi grupları içerisinde tartışırlar. Gruplar iddiasını, kanıtlarını ve gerekçelerini değerlendirmeyi tamamladıktan sonra öğretmen tarafından kendilerine dağıtılan A3 kağıtlarına çalışma kağıdının altıncı sorusundaki şemayı kullanarak bir pano hazırlarlar. Böylece her grup araştırma sorusu-iddia-kanıt ve gerekçelerini diğer gruplar tarafından kolayca görünür duruma getirmiş olur. Öğrencilerin oluşturduğu panolara ilişkin örneklere Ek 4'te yer verilmiştir.

Bu aşamada, öğrencilerin bilimsel olarak geçerli olan aşağıdaki argümana ulaşmaları beklenir.

İddia: Seri bağlı devrelerde gerilim sabit iken A lambası ile özdeş başka lambalar eklendikçe devrenin toplam direnci artar ve A lambasının parlaklığı azalır.

Kanıt: İlk şekildeki devre basit elektrik devresidir. Bu devrede pilin devreye sağladığı toplam gerilim 8V ve devrede dolaşan akım 4 amperdir. İlk şekildeki A ampulün yanına özdeş bir ampul daha seri olarak bağlanırsa pil gerilimi devredeki iki ampul tarafından eşit olarak paylaşılır ve her bir ampulün iki ucundaki gerilim 4V olur (bakınız Ek 2 Şekil 2). Bunun nedeni ise pilin devreye sağladığı gerilim (potansiyel fark) sabit iken devredeki toplam direncin artmasıdır. Dolayısıyla devredeki pil gerilimi sabit iken devreye ampul eklendiğinde toplam direnci artar, akım azalır ve A ampulünün parlaklığı azalır. Diğer ifade ile A lambasındaki gerilim azaldığı için lamba parlaklığı azalır. Aynı zamanda, devrede dolaşan akım 2 Amper olarak ölçülür. A lambasından geçen akım da 2A olur. Şekil 3'te A lambasının yanına üç tane daha A lambasıyla özdeş lamba eklenmiştir. Bu devrede A lambasına bağlı voltmetrenin okuduğu değer 2V'tur. Yani pilin gerilimi Şekil 1'e göre dörtte biri olmuştur. Devredeki ampermetre ise 1A göstermektedir. Yani Şekil 3'te devrede dolaşan akım Şekil 1'dekinin dörtte biridir. A lambasının direnci sabit iken lambanın gerilimi ve üzerinden geçen akım azaldığı için lamba parlaklığı azalır. Bunun nedeni ise seri bağlı devredeki lamba sayısının yani toplam direncin artmasıdır.

Gerekçe: Ohm Yasası (V=IR) gereği bir devrede gerilim sabit iken direnç ile akım arasında ters orantı vardır.

Geçici argüman oluşturma sürecinde öğrenciler, düşüncelerinin öğretmen tarafından onaylanması ya da desteklenmesi ihtiyacı duyarlar. Bu süreçte de sürekli "Öğretmenim o zaman gerilim ile parlaklık arasında bir şey olmalı değil mi?", "Öğretmenin akım ile gerilimi toplamamız mı gerekiyor o zaman?", "O zaman Dilem'in dediği doğru olmaz benim dediğim gibi yapmamız lazım dimi öğretmenim?" gibi onaylamanızı bekleyen cümleler kurabilirler. Bu nedenle, yapılması gereken şey tüm grupları dolaşmak ve öğrencilere rehber sorularla yardımcı olmaktır. Bu bağlamda öğrencilere;

- Burada A lambaları ile ilgili neyi anlamaya çalışıyoruz?
- A lambalarının parlaklıklarının farklı olmasındaki önemli neden ne? Ne olmuş da parlaklıklar farklılaşmış olabilir?
- Argümanınız oluşurken bunu neye göre açıklıyorsunuz? Burada kanıtınız nedir? (Örneğin, A lambasının parlaklığı ile lambanın iki ucu arasındaki gerilim farkının miktarı vb.)
- Sunduğunuz kanıtlar bu argümanı açıklamak için yeterli mi? Başka hangi kanıtlara ihtiyacınız olabilir?

gibi rehber sorular yöneltilebilir. Bu noktada öğrenciler başlangıçta gerilim ile akım arasında ilişki kurmada ve buradan seri bağlı devrede ampul sayısı arttıkça (direnç arttıkça) parlaklığının azalmasını açıklamada güçlük yaşayabilirler. Bu nedenle, öğrencilerin ham verileri doğru şekilde yorumladıklarından ve onların tüm verilerini değerlendiklerinden, argümanları ile kanıtları arasında sağlıklı bir ilişki olduğundan emin olunmalıdır.

Dördüncü aşama. Bu aşama argümantasyon sürecidir. Bir gruptaki grup üyeleri farklı gruptaki kişilerle bir araya gelirler. Diğer bir ifade ile grubun bir üyesi, grubun argümanını

paylaşmak için kendi masasında kalır, diğer grup üyeleri sınıf arkadaşlarının geliştirdiği argümanları dinlemek ve eleştirmek için aynı anda farklı gruplara giderler. Bu yeni gruplarda, her öğrenci daha önceki grubuyla geliştirdikleri geçici iddiasını-kanıtlarını-gerekçelerini anlatır, kendi argümanını değerlendirir ve sonunda kendi argümanını tekrar gözen geçirir. Bu aşamada öğretmen iyi bir bilimsel tartışmayı modellemek/yönetmek için tüm grupları tek tek gezmeli ve onların tartışmasına dahil olmalıdır. Çünkü öğrenciler, diğer gruplara kendi argümanlarını anlatırken kendilerini tam olarak ifade edemeyebiliyorlar. Örneğin, argümanlarını açıklarken bazen kanıtlarını yeterince sunamayabiliyorlar ya da karşı grubu ikna etme noktasında kendi verilerine yeniden bakma gereksinimi duyabiliyorlar, bazen de iddialarına ilişkin gerekçeleri diğer gruba anlatmayı unutabiliyorlar. Bu noktada öğretmen, öğrencileri araştırmalarında topladıkları deneysel verileri kullanmaya ve kanıtlarını neye göre seçtiklerini diğer öğrencilerle paylaşmaya ikna etmelidir. Ancak hiçbir öğrencinin düşüncesini yargılamamalıdır. Bunun için, öğrenciler birbirlerine "Siz verilerinizi nasıl analiz ettiniz?", "Acaba senin topladığın veriler iddianı desteklemiyor olabilir mi?", "Neden böyle düşünüyorsun?", "Verilerinin güvenilir olduğundan nasıl eminsin?", "Ampermetre kullanmıştınız devrenizde acaba onunla topladığın verilerden bahsetmemiş olabilir misin? Biraz onlardan söz et istersen!" gibi sorular sormaya ve bilimsel tartışmaya katılmaya cesaretlendirilmelidir.

Yapılan uygulamada, öğrencilerin grup argümanlarını diğer sınıf arkadaşlarına açıklama ve argümanlarını savunma ya da diğer grupların argümanlarını çürütme sürecinde akranlarıyla bilimsel içerikli diyaloglar kurabildikleri görülmüştür. Örneğin, öğrenci gruplarından A, diğer gruplara argümanı açıklarken kendi süreçlerinde yaptıkları hataları fark ettiğini şu şekilde ifade etmiştir:

> Biz sadece iki nokta arasındaki gerilimden yola çıkarak sadece pilin bağlı olduğu iki nokta arasındaki gerilimi ölçmüştük. Tabi bu bize yanlış sonuç verdi. Çünkü grup B hem A lambasının iki ucu arasındaki hem de pilin iki ucundaki gerili ölçmüşlerdi. O yüzden onların verileri daha güvenilirdi…

Bir başka öğrenci diğer grupla olan iletişimini şu şekilde anlatmıştır: "…Etkinlikte C grubundan arkadaşım beni çok zorladı. Baya zorladı yani. Yani tek zorlandığım benim kanıtımı yani fikrimi açıklama ya da iddiamı ileri sürme konusuydu. Ama beni dinledi ve sonra kendi argümanını açıkladığında ben ikna oldum yani…" (Öğrenci 16).

Öğrenciler çeşitli argümanları paylaşmayı ve eleştirmeyi bitirdikten sonra başlangıçtaki gruplarına geri dönerler. Ardından, diğer grupların argümanları için getirdiği eleştirileri grup arkadaşlarıyla paylaşırlar ve argümanlarını yeniden değerlendirirler. Bazen öğrenciler argümanlarını değiştirme, verileri yeniden analiz etme ya da ilave veri toplama gereksinimi duyabilirler.

Beşinci aşama. Bu aşama, öğrencilerin sınıf arkadaşlarıyla birlikte büyük sınıf tartışması gerçekleştirdikleri *doğrudan yansıtıcı tartışma* aşamasıdır. Bu aşamada, her bir öğrenci grubunun geliştirdiği araştırma sorusu-argüman-kanıt-gerekçe dörtlüsünü sınıftaki diğer öğrencilerinde görebileceği gibi tahtaya yazılır ya da etkileşimli tahtadan yansıtılır. Öğretmen, etkinliğin üçüncü ve dördüncü aşamasında grupların çalışmalarını yakından takip etmeli ve onların geliştikleri argümanlardan benzer/farklı olanları sınıflandırması sonucunda 3-5 farklı argümanı tahtaya yazmalıdır. Burada öğretmenin dikkat etmesi gereken iki husus vardır. İlki öğretmenin tahtaya yazdığı argümanlar hiçbir öğrenci grubunun iddia-kanıt-gerekçesini açıkta bırakmayacak şekilde belirlenmelidir. Diğer bir ifade ile her grubun argümanı mutlaka tahtaya yazılmalıdır. İkincisi ise eğer öğrencilerden hiçbir karşıt argüman ya da bilimsel olarak geçerli olan argüman çıkmaz ise kendisinin tahtaya yeni bir argüman yazmasıdır. Unutulmaması gereken bir şey var ki buradaki argümanlar etkinliğin başında yer alan ifadeler (örneğin, Yavuz'un, Simge'nin düşüncesi) olabileceği gibi bunlardan farklı bir argüman da ortaya çıkabilir. Örneğin etkinlik uygulamaları sürecinde öğrencilerden bazıları "Bence tüm devrelerdeki ampul parlaklıkları farklıdır. Çünkü A ampulünden önceki ampul akımın bir kısmını tüketmektedir." gibi argümanlar geliştirebilmektedir. Bunun iki nedeni olduğu düşünülmektedir: (1) Her öğrencinin aynı konuyu eşit düzeyde öğrenememesi. (2) Öğrencilerin araştırma

sorusunu, yöntemlerini ya da verilerini analiz ederken yapabilecekleri hatalar olabilir.

Ardından, bu aşamada her grup kendi argümanının geçerliliği konusunda diğer grupları ikna etmeye çalışır. Öğrencilerin diğer gruplardaki akranlarını ikna etmek için seçtikleri kanıtlar için yeterli düzeyde gerekçeler sunmaları ve argümanlarını açıklamak için hangi kanıtları neden seçtiklerini belirtmeleri gerekir. Öğrencilerin, argümanlarına ilişkin kanıtlarını sunarken veri analizinin ve yorumunun altında yatan varsayımları açıklığa kavuşturmaları önemlidir. Bu araştırmada, öğrencilerin kanıtlarını doğrulamak için aşağıdaki gibi ifadeleri kullanmayı tercih ettikleri görülmüştür:

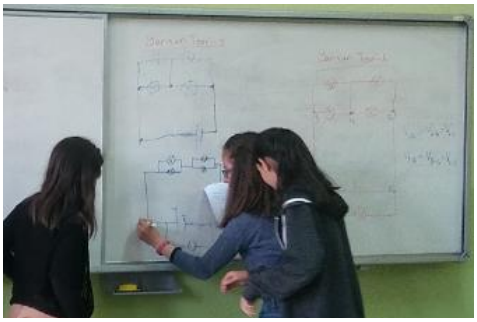
- Devredeki tüm ampermetrelerin ölçtüğü akım değerinin aynı olduğunu gördük. Bu da devrede ana kol akımını bize vermektedir. Devrede lambalardan geçen akımın büyüklüğü birbirine eşittir.
- Şekil 3'teki devrede A, B ve C lambalarının uçları arasında okunan potansiyel farkın toplamının pilin gerilimine eşit olduğunu hesapladık.
- C ve D lambaları eklendiğinde Şekil 3'teki akımın Şekil 2'deki akımın yarısı olduğunu gördük.

Doğrudan yansıtıcı sınıf tartışması sürecinde, öğrencilerin iddia-kanıt-gerekçe ve bunun altındaki varsayımlar arasındaki bağlantıları kurabilmesi için gerçekleştirdikleri araştırmaların güçlü ve zayıf yanlarını yansıtmaları önemlidir. Bu nedenle, öğrenciler araştırma sürecindeki ölçüm hatalarını, verileri yanlış yorumlamalarını, argüman için seçilen verilerin yeterliliği gibi konuları tartışmaya teşvik edilmelidir. Örneğin, öğrencilere aşağıdaki sorular yöneltilebilir:

- Verilerinizi nasıl topladınız?
- Niçin bu yöntemi kullandınız?
- Topladığınız verilerin güvenilir olduğundan emin olmak için neler yaptınız? Ölçüm hatasını azaltmak için ne yaptınız?
- Analiz sonuçlarınızı yorumlamanın tek yolu bu mu?
- İddialarınızın geçerli olduğundan ne kadar eminsiniz? Bunun için neler yaptınız?

Bu sorular öğretmen tarafından öğrencilere yöneltilebileceği gibi öğrenciler iddia-kanıt-gerekçesini anlatmak için sunum yapan akranlarına da sorabilirler. Bu noktada öğretmen, öğrencileri sunum yapan akranlarına soru sorması konusunda cesaretlendirmelidir.

Bu etkinlik sürecinde bazı öğrenci gruplarının verilerini sağlıklı bir şekilde toplasalar dahi bunları yorumlayıp kanıta dönüştürürken zorlandıkları görülmüştür. Örneğin, farklı devrelerde her ampule bağladığı voltmetrede okuduğu değerler toplamının pilin gerilimine eşit olduğunu ifade etmiş ancak bunu A ampulü boyutuna indirgeyip A ampulünün parlaklıklarını kıyaslama boyutunda açıklayamamıştır. Başka bir örnekte ise öğrenciler farklı devrelerde A lambasından geçen akımı belirlemek için kullandıkları ampermetrelerdeki değerleri ölçmüşler ve buradaki farklılığı bahsetmişler ancak A lambasının parlaklığı ile akım arasında ilişki kuramamışlardır. Dahası, bazı öğrenci grupları eksik veri topladıkları için iddialarını savunmakta güçlük çekmişlerdir. Örneğin her devrede sadece bir voltmetre kullanmış ve burada da sadece pilin gerilimini ölçmüşlerdir. Bu nedenle de lamba parlaklığı ile gerilim arasındaki ilişkiyi açıklayamamışlardır. Bu durumda öğretmenin, bilimsel bilgiye ulaşma noktasında etkin yönlendirme yapması önemlidir. Bu aşamada öğrencilerin ileri sürdüğü tüm iddia-kanıt ve gerekçeler detaylı bir şekilde tartışıldıktan sonra bilimsel olarak geçerli olan (kanıtları ve kanıta ilişkin gerekçeleri en akla yatkın olan) bilimsel bilgiye ulaşılır. Kısacası "Seri devrelerde, devrenin toplam gerilimi sabit iken devrenin toplam direnci artınca akımın azaldığı ve akım azaldığı için lamba parlaklığının azaldığı" bilimsel bilgisine ulaşılır. Ardından, öğretmen eğer gereksinim duyarsa elektrik konusunu kısaca toparlayabilir ve öğrencilerin alternatif kavramalarını gidermeye çalışır. Şekil 2'de öğrencilerin doğrudan yansıtıcı tartışma sınıf tartışması sürecine ilişkin bir görsele yer verilmiştir.



Şekil 2. Yansıtıcı Sınıf Tartışması Sürecine İlişkin Bir Görsel

Bu aşamada bir diğer önemli olan şey ise öğrencilerin kendi çalışmaları üzerinden bilimin doğası temalarının açıklanmaya çalışılmasıdır. Bu bağlamda öğrencilerin, seri bağlı ampullerden oluşan bir devrede A ampulünün parlaklığı, A ampulünden geçen akım ve A ampulünün gerilimi (bağımlı değişken) ile devreye direnç eklenmesi (bağımsız değişken) gibi durumları test ettikleri, kendi deneysel çalışmalarından yola çıkarak deneyin doğası ve bilimdeki önemi ve veri-kanıt arasındaki farklılıklar tartışılır. Bu noktada, öğrencilere "Sizce bu etkinlikte gerçekleştirdiğimiz çalışma, deneysel bir çalışma mıdır yoksa gözlemsel bir çalışma mıdır?", "Neden deneysel bir çalışma olduğunu düşünüyorsun?", "Deneysel çalışmaların özellikleri nelerdir?", "Sizin çalışmanızdaki değişkenler nelerdir?", "Verilerinizi anlamak için ne tür bir grafik oluşturursunuz?", "Bu iddianızı destekleyecek kanıtınız nedir?" gibi sorular yöneltilebilir. Bu etkinliğin başlangıcında öğrencilerin, deneyin ne olduğunu kitabi cümleler ile ifade ettikleri ancak ilerleyen tartışmalarda kendi deneylerinden örneklerle argümantasyonu yönlendirdikleri belirlenmiştir. Buna ilaveten, öğrencilerin ampermetre ve voltmetre gibi cihazlardan okudukları değerleri veri olarak ifade ederken, kanıt ile ispatı birbirine karıştırdıkları ve kanıt yerine ispat kelimesini kullandıkları görülmüştür. Ancak gerçekleştirilen tartışma sonucunda ispat ile kanıt ve veri ile kanıt arasındaki ayrım etkinlikten örneklerle detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Altıncı aşama. Bu aşamada öğrenciler bireysel çalışırlar. Bu noktada, öğrenciler gerçekleştirdikleri çalışmaya ilişkin kendi araştırma raporlarını yazarlar. Bunun için de öğrenciler etkinlikte yazmaları için boş bırakılan ilgili yerleri kullanırlar (Ek 2). Bu aşamada öğrenciler topladıkları verilerin, argümanlarının ve kanıtlarının dışında konudan bağımsız bilgileri yazabilirler. Bu nedenle, öğretmen, öğrencilerin raporda yazdıkları bazı kısımları henüz rapor tamamlanmamışken okuyabilir ve öğrencilere dönüt verebilir. Böylece öğretmen, öğrencinin raporun diğer kısımlarını daha sağlıklı yazmasını sağlayabilir. Ek 5'te öğrencilerin yazdıkları raporlardan birine yer verilmiştir. Bu aşama, ders saati içinde gerçekleştirilebileceği gibi ev ödevi olarak da verilebilir. Dahası, rapor yazım süreci etkinliğin ilk beş aşamasıyla eş zamanlı da yürütülebilir. Örneğin, etkinliğin birinci aşamasında öğrenciler araştırma sorularını belirlediklerinde rapor üzerinde ilgili boşluğa araştırma sorularını yazmaları için 2 dakika verilebilir ya da ikinci aşamada öğrencilerin araştırma yöntemlerini tasarlama-yürütme-sonlandırma süreçlerinin hemen ardından buna ilişkin bilgileri raporlarında ilgili kısımlara yazması için 15 dakika verilebilir. Bu etkinliğin uygulanması sürecinde rapor yazımı ile araştırma süreci eş zamanlı yürütülmüştür.

Yedinci aşama. Çift kör akran değerlendirmesi süredir. Her bir öğrencinin raporu üç kopya olacak şekilde çoğaltılır. Rapor toplam kopya sayısı kadar hakem kılavuzundan da çoğaltılır. Bu aşamada, Sampson vd. (2014) tarafından geliştirilen "Akran Değerlendirme Rehberi ve Öğretmen Puanlama Rubriği" kullanılmıştır. Ardından öğretmen, her bir öğrenci için aynı grupta yer almayan üç farklı akranının raporunu değerlendirecek şekilde raporları ve hakem kılavuzunu rastgele dağıtır. Öğretmen, öğrencilere akranlarının raporlarını hakem kılavuzuna göre nasıl değerlendireceklerini ayrıntılarıyla açıklar. Bu noktada öğretmen, öğrencileri değerlendirme yaparken özellikle akranlarının raporlarını düzenleme gerekli değil, kabul edilebilir ya da edilemez olması durumuna dikkat etmeleri noktasında uyarır. Öğretmen, raporun hakem kılavuzundaki kriterlere uymaması durumunda öğrencilerin/hakemlerin raporlar düzenlemesi konusunda öğrenci/yazara rapordaki hangi yerin, neden ve nasıl düzenlenebileceğine ilişkin yapıcı hakem görüşünde bulunabileceklerini vurgulamalıdır. Bunun için öğretmen, hakemlerin bu görüşlerini, hakem kılavuzunda ilgili yere ya da raporda üzerinde ilgili bölümlere not olarak yazabileceklerini ifade etmelidir. Akran değerlendirmesi sürecinde öğretmen, hakemleri özellikle de yazarların raporlarında iddiasını (seri bağlı lambada A lambasının parlaklığı azalır) açıkça ifade edip-etmediği, iddiasını desteleyen kanıtlar (toplam direnç artar ve akım azalır ya da toplam direnç artar ve A ampulünün gerilimi azalır) sunup-sunmadığı, kanıtlarının gerekçelerinin (devrenin toplam gerilimi sabit iken direnç artarsa akım azalır) akla yatkın olup-olmadığı konusunda dikkatli bir şekilde eleştirmeleri konusunda cesaretlendirmelidir.

Bu aşamada öğrenciler bireysel ya da gruplar halinde çalışabilirler. Bu aşama ders saati içerisinde gerçekleştirilebileceği gibi ev ödevi olarak da verilebilir. Bu etkinlikte, bu aşama öğrencilere ev ödevi olarak verilmiştir. Öğrencilerden gelen hakem kılavuzu incelendiğinde akranlarına genellikle iyi yazılmış şeklinde dönütler verdikleri görülmüştür. Ancak öğretmen olarak incelediğimizde öğrenci raporlarının bilimsel dille sonuçların ifade edilmesi konusunda biraz daha düzeltilmesi gerektiği söylenebilir.

Sekizinci aşama. Akran değerlendirmesi sonrası dönütlere göre öğrenciler araştırma raporlarını düzenler ve teslim ederler. Dönütlere ilişkin öğretmenlerin karşısına iki durum çıkabilir. Birincisi, bazı öğrenciler araştırma raporlarını iyi yazmışlar ve akranları tarafından her hangi bir düzenleme verilmemiş olabilir. Bu durumda öğrenci/yazar kendi raporundaki takma ismini silip ismini yazarak raporunu ve akranının değerlendirdiği hakem kılavuzunu öğretmenine teslim eder. İkinci durum, rapor kabul edilebilir düzeydedir ancak tekrar gözden geçirilip düzenlemesi gerekir. İkinci durumda, öğrenci/yazar akranların belirttiği geri bildirimlere göre raporunu yeniden düzenler. Bu noktada öğrenci/yazar, akranlarından gelen eleştirilere göre raporunun ilgili bölümlerini geliştirmek için neler yaptığına ilişkin *açıklama yazısı* yazar. Ardından, her öğrenci raporunun son halini, ilk halini, akranın değerlendirdiği hakem kılavuzunu ve açıklama yazısını öğretmenine teslim eder. Sekizinci aşamadaki işlemler, ders saati içerinde gerçekleştirilebileceği gibi ev ödevi olarak da verilebilir. Bu etkinlikte, bu aşama ders saati içinde gerçekleştirilmiştir. Hakem kılavuzuna göre akran değerlendirmesi sonucunda her bir öğrencinin akranlarına verdikleri puanların dağılımı Tablo 1'de belirtilmiştir.

Tablo 1. Öğrencilerin Akranlarına Verdikleri Puanlar

	Yetersiz	**Kabul Edilebilir**	**Çok İyi**
	Frekans	Frekans	Frekans
Giriş ve Araştırma Sorusu	2	15	15
Yöntem	5	17	10
Argüman	5	11	16
Teknik	0	14	18

Öğretmen, her bir öğrencinin teslim ettiği raporları hakem kılavuzunu kullanılarak değerlendirir, puanlar ve süreci sonlandırır. Bu süreçte raporlara ilişkin öğrencilere sözlü geri bildirimde bulunabilir ve hakem kılavuzunun puanlanması sonucu olan skorları öğrencilere süreç odaklı not vermek amaçlı kullanabilir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmanın sonunda öğrencilerin raporlarında yazdıkları ve değerlendirme sorularına verdikleri cevaplar ile yansıtıcı günlükleri incelendiğinde genel olarak öğrencilerin seri bağlı devrelerde gerilim sabit iken lambanın parlaklığının direnç ile ters; akım ve gerilim ile doğru orantılı olduğunu kavrama konusunda olumlu yönde ilerleme kaydettikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin etkinlik uygulaması sürecinde akranlarına kendi fikirlerini açıklama noktasında ohm yasası, gerilim, akım gibi terimleri % 62,5 sıklıkla (8 gruptan 5'i) kullanmaları onların kavramsal öğrenmelerinde önemli düzeyde ilerleme olduğuna işaret etmektedir. Bu bağlamda, çalışmada elde edilen argümantasyona dayalı sorgulama yönteminin öğrencilerin kavramsal anlamları üzerinde olumlu etkileri olduğu yönündeki bulguların literatürle benzerlik gösterdiği söylenebilir (Aktaş, 2017; Sampson & Gliem, 2009).

Aynı zamanda, ders sürecinde gerçekleştirilen gözlemler ve sunulan görsellere ilişkin veriler analiz edildiğinde; öğrencilerin etkinlik boyunca grup arkadaşları ile sürekli bilgi paylaşımında ve iletişim halinde oldukları, devre düzeneğini tasarlarken-kurarken ve test ederken birbirilerine destek oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle argümana dayalı sorgulama yöntemine göre hazırlanan "Seri Bağlı Devreyi İnceleyelim" etkinliğinin literatürle uyumlu olarak öğrencilerde takım çalışması ve iletişim becerisini geliştirdiği söylenebilir (National Research Council, 2010). Sonuç olarak, fen derslerinde argümantasyona dayalı sorgulama yöntemi uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin seri bağlı devrelerde parlaklığını etkileyen durumları öğrenmelerinde etkili olduğu ifade edilebilir. Bu bağlamda, çalışma kapsamında geliştirilen etkinliğin fen öğretiminde argümantasyona dayalı sorgulama yöntemine göre hazırlanacak diğer etkinliklere örnek olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Aktaş, T. (2017). *Argümana dayalı sorgulama öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesindeki akademik başarılarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Chen, H., Wang, H., Lu, Y., Lin, H., & Hong, Z. (2016). Using a modified argument-driven inquiry to promote elementary school students' engagement in learning science and argumentation. *International Journal of Science Education, 38*(2), 170–191.

Enderle, P., Grooms, J., & Sampson, V. (2013). *Using argumentation in science education to promote the development of science proficiency: A comparative case study*. Paper presented at Conference of the Society for Research on Educational Effectiveness (SREE), Washington, DC.

Erenler, S. (2017). *Argüman temelli sorgulayıcı araştırma uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının üstbilişsel farkındalık düzeyine ve yazma becerilerine olan etkisinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

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.

National Research Council. (2010). *Exploring the intersection of science education and 21st century skills: A workshop summary*. Margaret Hilton, Rapporteur. Board on Science Education, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: National Academies Press.

Sampson, V., Carafano, P., Enderle, P., Fannin, S., Grooms, J., Southerland, S. A., Stallworth, C., & Williams, K. (2014). *Argument-driven inquiry in chemistry: Lab investigations for grades 9-12*. Arlington, VA: NSTA Press.

Sampson, V., Enderle, P., Grooms, J., & Witte, S. (2013). Writing to learn and learning to write during the school science laboratory: Helping middle and high school students develop argumentative writing skills as they learn core ideas. *Science Education, 97*(5), 643-670.

Sampson, V., & Gleim, L. (2009). Argument-driven inquiry to promote the understanding of important concepts practices in biology. *The American Biology Teacher, 71*(8), 465-472.

Sampson, V., Grooms J., & Walker, J. (2009). Argument-driven inquiry: A way to promote learning during laboratory activities. *The Science Teacher, 76*(7), 42-47.

Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. (2011). Argument-driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education, 95*(2), 217 – 257.

Sampson V., & Scheigh, S. (2013). *Scientific argumentation in biology: 30 classroom activities*. Arlington, VA: NSTA Press.

Sampson, V., & Walker, J. (2012). Argument-driven inquiry as a way to help undergraduate students write to learn by learning to write in chemistry. *International Journal of Science Education, 34*(10), 1443 – 1485.

Walker, J. P., Sampson, V., Grooms, J., Anderson, B., & Zimmerman, C. O. (2012). Argument-driven inquiry in undergraduate chemistry labs: The impact on students' conceptual understanding, argument skills, and attitudes toward science. *Journal of College Science Teaching, 41*(4), 74-81.

Wallace, C. S., Hand, B., & Prain, V. (2004). *Writing and learning in the science classroom*. Boston: Kluwer Academic Publishers.

Kaynak Gösterme

Kaçar, S., & Balım, A. G. (2018). Argümantasyona dayalı sorgulama yönteminin elektrik enerjisi konusunda kullanımına ilişkin etkinlik örneği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi, 8*(2), 127-149. http://www.ated.info.tr/index.php/ated/issue/view/16 adresinden erişildi.

Ek 1

Argümantasyona Dayalı Sorgulamanın Aşamaları

Birinci Aşama
Bu aşama öğretmenin, şaşırtıcı bir olayı ve bu olayla ilgili çözülmesi gereken bir problemi tanımlayan bir etkinlikle derse giriş yapması ve görevi öğrencilere tanımlamasıyla başlar. Ardından, öğrencilerin bu problemi çözmek için araştırma sorusunu belirlemesiyle devam eder. Bu aşamada öğretmenin amacı, öğrencilerin ilgisini konuya çekmek, onların daha önceki bilgileriyle yeni öğrenilecek bilgiler arasında ilişki kurmalarını sağlamak ve bir araştırma tasarlamak-yürütmek için öğrencileri cesaretlendirmektir (Sampson & Walker, 2012).

İkinci Aşama
Araştırma yönteminin tasarlandığı ve verilerin toplandığı aşamadır. Öğrenciler küçük gruplar halinde çalışır ve her bir öğrenci grubu belirlediği araştırma sorusunu cevaplamak için en uygun araştırma yöntemini tasarlarlar-uygularlar ve araştırma sorularının çözümü için veri toplar. Burada amaç, öğrencilerin uygun laboratuvar malzemelerini ve veri toplama tekniklerini kullanarak doğal dünya ile (ya da doğal ortamdan elde edilen verilerle) doğrudan etkileşim kurma ve deneysel çalışmaların belirsizlikleriyle nasıl başa çıkılacağını öğrenmeleri için fırsat sunmaktır. Dahası, öğrencilerin, bilimsel çalışmalarda bazı yöntemlerin neden diğerlerinden daha iyi çalıştığını ve bilimsel bir araştırma sırasında kullanılan yöntemin araştırma sorusunun doğasına ve araştırılan olgunun niteliğine bağlı olduğunu öğrenmeleri için bir şans verir (Sampson vd., 2014).

Üçüncü Aşama
Veri analizi ve geçici argümanın oluşturulması aşamasıdır. Bu aşamada her grup öncelikle ikinci aşamada yaptıkları ölçümlerle (örn, sıcaklık, hacim vb.) veya yaptıkları gözlemlerle (renk, koku vb.) elde ettiklerini anlamlandırmaya çalışırlar. Her bir grup kendi verilerini analiz edip yorumladıktan sonra, geçici argümanlarını oluştururlar (Walker vd., 2012). Burada en önemli şey, her grubun, kendi argümanını diğer gruplara açıkça sunabilecekleri ve argümanın her bir bileşeninin açıkça ifade edildiği bir sunum hazırlamalarıdır.

Dördüncü Aşama
Argümantasyon sürecinin gerçekleştiği aşamadır. Her grup kendi geçici argümanlarını diğer gruplarla paylaşır, tartışır, değerlendirir ve argümanını tekrar düzenler. Bu aşama (1) bilimin en önemli uygulaması olup, öğrencilerin argümanlarını incelemelerini, tartışmalarını ve eleştirmeleri neticesinde kanıtlarına dayalı en iyi sonuçlara ulaşmalarını sağlar, (2) alternatif fikirlerle (karşıt argümanlarla) karşılaştıkça, diğer öğrencilerin sorularını cevapladıkça ve kendi argümanına yönetilen eleştirileri değerlendirdikçe içerik hakkında daha fazla şey öğrenirler ve eleştirel düşünme becerileri gelişir ve (3) bilimsel kriterleri kullanarak fikirleri ayırt etmeyi ve zihnin daha bilimsel alışkanlıklar (şüphecilikle fikirleri ele alma, iddiaların geçerli kanıtlarla desteklenmesi konusunda ısrar etme vb.) geliştirmeyi öğrenmesini sağlar (Sampson vd., 2013). Bu süreçte öğretmenin rolü ise öğrencileri, tartışmaya, fikirlerini diğer öğrencilerle paylaşmaya ve argümanları hakkında soru sormaya cesaretlendirmektir.

Beşinci Aşama
Sınıf tartışmasının gerçekleştirildiği doğrudan yansıtıcı tartışma sürecidir. Öğretmen, öğrencilere araştırma soruları hakkında öğrendiklerini paylaşma fırsatı vererek tartışmayı başlatır. Öğretmen, öğrencilere kanıtlarına gerekçe olabilecek önemli teorileri, modelleri, yasaları veya kanunları hatırlatmalıdır. Dahası, öğretmen konuyla ilgili öğrencilerin yanlış anlamalarını açıklığa kavuşturmalı ve araştırmanın merkezindeki kavramlara vurgu yapmalıdır. Bu süreç bilimsel araştırma ve bilimin doğasıyla ilgili veri toplama yönteminin iyileştirilmesi, ölçüm hatalarının azaltılması gibi bir dizi bilimsel kriterlerin ya da hataların tartışılması için ideal bir zamandır. Buna ilaveten, belki de en önemli kısmı öğretmenin, öğrencilerin kendi araştırmalarından yola çıkarak bilimin doğası ya da bilimsel araştırmanın doğası ile ilgili bir ya da iki temayı onlarla tartışmasıdır (Sampson vd., 2009).

Altıncı Aşama

Araştırma raporunun yazıldığı aşamadır. Öğrenciler tekrar bireysel çalışırlar. Burada her grup kendi argümanını ve ardından sınıf tartışması sürecinde argümanların diğer gruplar tarafından tartışması ve değerlendirmesi sonrasında ulaşılan nihai argümana ilişkin her öğrenci bireysel araştırma raporunu yazar. Bu aşamanın dört temel amacı vardır. (a) Yazım sürecinin bilimin önemli bir parçası olması, (b) bilim insanlarının da kendi araştırmalarını yazarak paylaşması ve diğer bilim insanlarının araştırmalarını onların yazdıklarından okuması, anlaması ve değerlendirmesi, (c) öğrencilerin kendi düşüncelerini açık ve öz bir şekilde ifade etmeleri sonucunda üst bilişlerinin gelişmesi ve içeriği etkin şekilde kavrayabilmeleri, (d) öğretmenlerin, öğrencilerin gelişimlerini görebilmeleri, değerlendirebilmeleri ve gerektiğinde geri bildirim verebilmeleridir (Wallace vd., 2004). Araştırma raporunda 1- "Bu araştırmada hangi soruya cevap arıyorum? Neden?", 2- "Araştırmada ne yaptım ve neden yaptım?" ve 3- "Araştırma sonrası argümanım nedir?" olmak üzere üç temel soruya cevap aranır. Bu süreçte önemli olan öğrencilerin topladıkları verileri organize etmede tablo ve grafikleri kullanmaya teşvik edilmesi ile bu tablo ve grafiklere atıf yaparak rapor metni içerisinde kullanmayı öğrenmelerini sağlamaktır (Sampson vd., 2014).

Yedinci Aşama

Çift kör akran değerlendirmesinin yapıldığı aşamadır. Öğrencilere iyi ve kötü rapor örneklerini okuma fırsatı sunar. Böylece öğrencilerin, bilgileri organize etmenin ve sunmanın yeni yollarını öğrenmeleri sağlanır ve bu da sonraki raporlarda onların daha iyi yazmalarına yardımcı olur. Diğer taraftan, öğrencilerin fen derslerinde başarılı olmak için ihtiyaç duydukları okuma becerilerini geliştirmesini ve bilimsel bir metinde sunulan bulguları diğer kaynaklardan gelenlerle karşılaştırabilme ve kıyaslayabilme becerilerinin gelişmesini sağlar. Buna ilaveten, öğrencilere farklı yazarların iddialarını desteklemek için nasıl bir akıl yürütme süreci izlediklerini ve kanıtlarını nasıl değerlendirdiklerini görebilme fırsatı sağlar (Sampson vd., 2011).

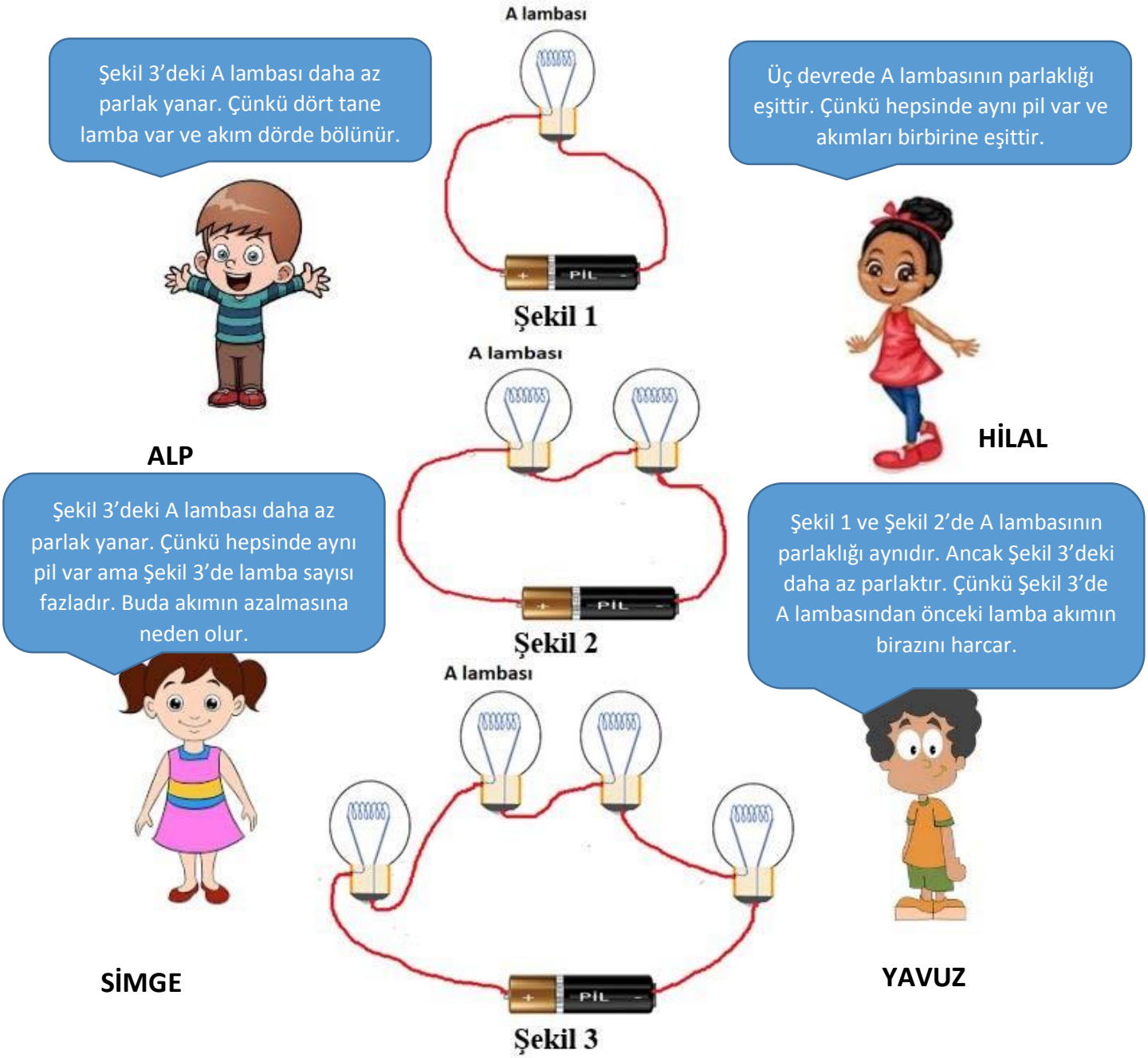
Sekizinci Aşama

Akran değerlendirmesi sonrası dönütlere göre araştırma raporunun düzenlenip teslim edildiği aşamadır. Öğrencilerde yazma ve eleştirel düşünme becerileri ile içerik bilgilerinin gelişmesini sağlar. Ayrıca bu aşama süreç değerlendirmesini sağlayarak öğrenciler üzerindeki akademik baskıyı azaltır (Sampson & Walker, 2012).

Ek 2

Seri Bağlı Devreyi İnceleyelim Etkinliği

Erkan öğretmen, yılsonunda hazırlayacakları pano için Alp, Hilal, Simge ve Yavuz'a poster hazırlama görevini verir. Hazırlanacak bu posterin konusu seri bağlı devrelerdir. Alp, Hilal, Simge ve Yavuz aşağıdaki gibi bir poster hazırlamaya karar verirler. Ancak Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'deki A lambasının parlaklığı konusunda postere ne yazacakları konusunda emin olamazlar. Bu konuda kendi aralarında tartışmaya başlarlar. Alp, Hilal, Simge ve Yavuz lamba parlaklığı hakkında aşağıdaki gibi düşünmektedir. (Şekillerdeki lamba ve piller özdeştir.)



GÖREVİNİZ

Sen; Alp, Simge, Yavuz ve Hilal'i görüşlerinden hangisine katılıyorsun?

( ) ALP ( ) SİMGE ( ) YAVUZ ( ) HİLAL

Alp, Simge, Yavuz ve Hilal'in poster hazırlamalarına yardımcı olmak için seri bağlı devrelerde lamba parlaklığını belirleme konusunda nasıl bir araştırma yaparsın?

Bu araştırmanda kullanabileceğin malzemeler ve dikkat etmen gereken güvenlik önlemleri aşağıdaki gibidir.

KULLANABİLECEĞİNİZ MALZEMELER

Araştırmanızda aşağıdaki malzemelerden istediğinizi kullanabilirsiniz.

- Farklı dirençlere sahip ampuller ve duy
- Anahtar
- Yeterince iletken bağlantı kablosu
- Çeşitli boyutlarda gerilimlere sahip (1.5V, 3V, 9V vb.) pil ya da güç kaynağı
- Pil yatağı
- Ampermetre
- Voltmetre
- Işık sensoru

GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

1. Etkinlik sürecinde koruyucu gözlük ve maske takınız.
2. Ampuller, kablolar ve pillerle çalışırken dikkatli olun. Cildi tahriş edebilir ve yakabilir.
3. Pilleri asla ağzınıza sokmayınız veya dilinizle dokunmayınız.
4. Tel uçlarını tutarken dikkatli olun. Cildi kesebilir veya delebilirler.
5. Ampuller camdan yapılmıştır. Ampulleri tutarken dikkatli olun. Eğer ampul kırılırsa, hemen temizleyin ve çöp kutusuna atınız.
6. Etkinliği tamamladıktan sonra ellerinizi su ve sabunla yıkayınız.

ARAŞTIRMA ÖNERİSİ

(Sampson vd. (2014) çalışmasından uyarlanmıştır.)

1.Araştırma Sorumuz:

Hipotez 1:

Çünkü:

Hipotez 2:

Çünkü:

Hipotez 3:

Çünkü:

Hipotezimizi test edelim!!!

2.Uygulamamızı Tasarlayalım!!!

a)Kullanacağımız Malzemeler:

b)Çalışmamızda Dikkat Edilecek Güvenlik Önlemleri:

c)Araştırma Yöntemimiz:
d)Araştırmamda Hangi Verileri Topladım?
3.Topladığım verilerin güvenilir olduğundan emin olmak için neler yaptım? Veri toplama sürecindeki hatayı azaltmak için neler yaptım?
4.Topladığım verileri nasıl analiz ettim?

5. Araştırmamda kurduğum elektrik devre düzeneği

Hipotez 1 doğrudur.

Katılıyorum.Çünkü……

Katılmıyorum. Çünkü…..

Hipotez 2 doğrudur.

Katılıyorum.Çünkü……

Katılmıyorum. Çünkü…..

Hipotez 3 doğrudur.

Katılıyorum.Çünkü……

Katılmıyorum. Çünkü…..

6.İddiam-Kanıtım-Gerekçem

ARAŞTIRMA SORUSU	
İDDİA	
KANIT:	GEREKÇE:

7.Değişen Fikirler: Düşüncelerimi başkaları ile karşılaştırdığımda düşüncelerimde ……değişti.

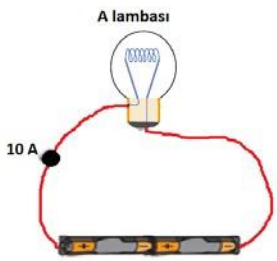
Çünkü……

Ek 3

Değerlendirme Soruları

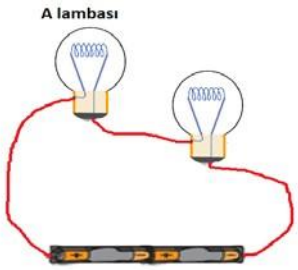
(Sampson vd. (2014) çalışmasından uyarlanmıştır.)

1.Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'deki A lambasının parlaklığı hakkında ne söylenebilir (Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'deki elektrik devrelerinde lambalar ve piller özdeştir.)



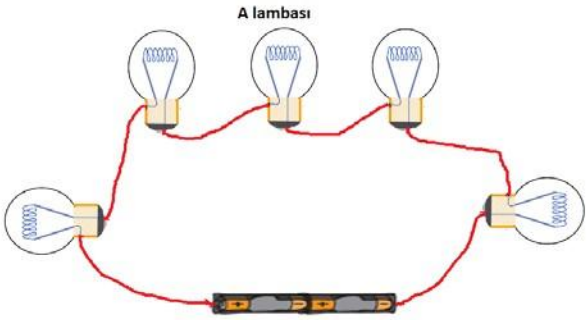
20 V

Şekil 1



20 V

Şekil 2



20 V

Şekil 3

2. Bilimsel çalışmalarda veri ile kanıt farklı şeylerdir.

( ) Evet, katılıyorum.

( ) Hayır, katılmıyorum.

Yukarıdaki seçiminizin NEDENİNİ seri bağlı devreler hakkındaki araştırmanızdan örnekler vererek açıklayınız.

3. Yapmış olduğunuz bu çalışma, deneysel çalışmadır.

( ) Evet, katılıyorum.

( ) Hayır, katılmıyorum.

Yukarıdaki seçiminizin NEDENİNİ seri bağlı devreler hakkındaki araştırmanızdan örnekler vererek açıklayınız.

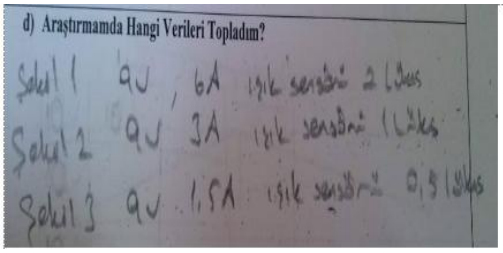
Ek 4

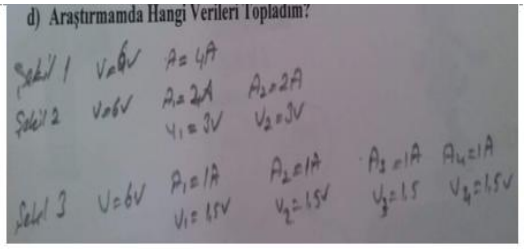
Öğrenci Çalışmalarından Örnekler

Öğrencilerin üretmiş olduğu araştırma sorusu örnekleri

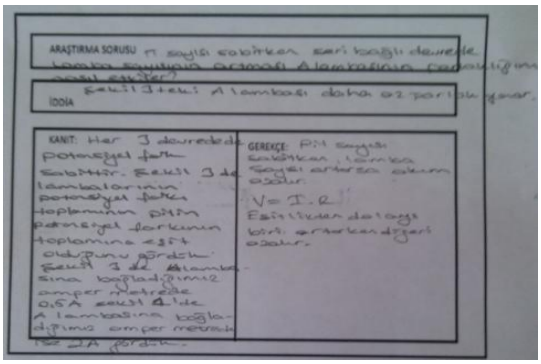
- *Devrelerin bağlanma şekillerine lamba parlaklıkları nasıl değişir?*
- *Ampullerin bağlanma şekilleri, ampul parlaklığını nasıl etkiler?*
- *Basit elektrik devresindeki (1 pil ve 1 ampul) A lambasının parlaklığı ile seri bağlı devredeki (1 pil ve 2 ampul) A lambasının parlaklığı aynı mıdır?*
- *Seri bağlı devrede ampul sayısı arttıkça A lambasının parlaklığı nasıl değişir?*
- *Seri bağlı devrede, ampul sayısının artması A ampulünün parlaklığını etkiler mi?*
- *Seri bağlı devrede pil sayısı sabit iken lamba sayısının artması A lambasının parlaklığını etkiler mi?*

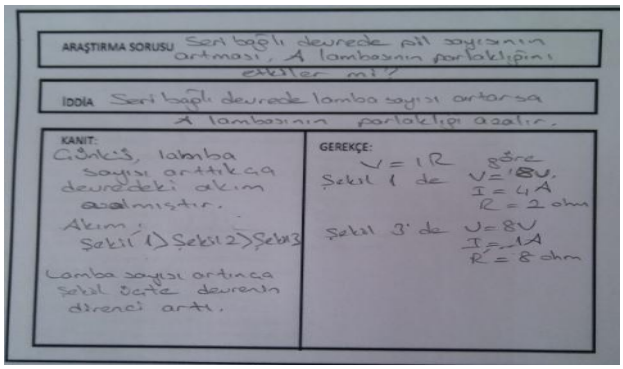
Öğrencilerin topladıkları verilerden örnekler





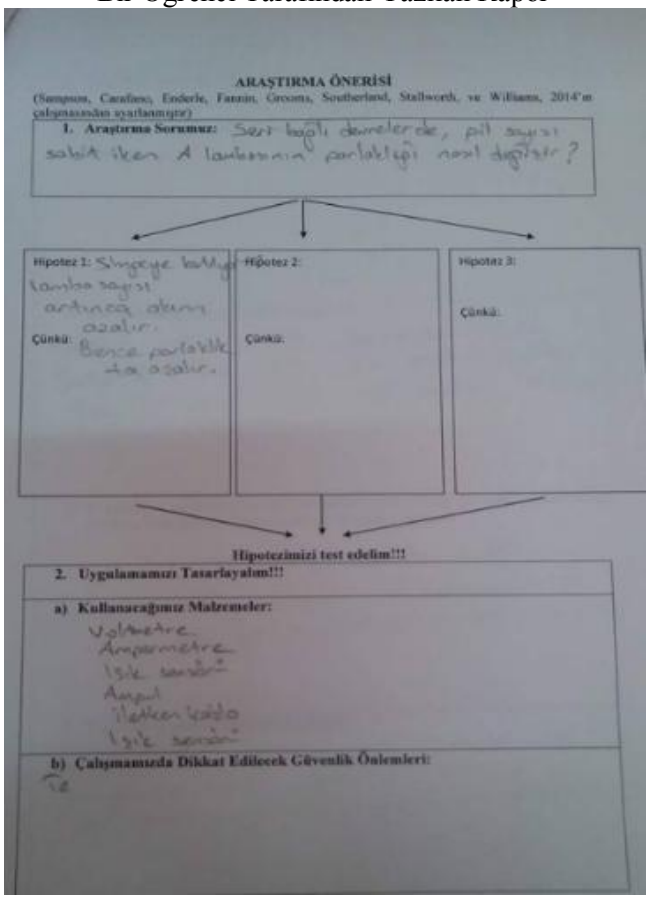
Öğrencilerin argüman bileşenlerinin sunum panosundan örnekler





Ek 5

Bir Öğrenci Tarafından Yazılan Rapor



ARAŞTIRMA ÖNERİSİ

(Sampson, Carafano, Enderle, Fannin, Grooms, Southerland, Stallworth, ve Williams, 2014'ın çalışmasından uyarlanmıştır)

1. Araştırma Sorumuz: Seri bağlı devrelerde, pil sayısı sabit iken A lambasının parlaklığı nasıl değişir?

Hipotez 1: Simpeye katılığı lamba sayısı artınca akım azalır.
Çünkü: Bence parlaklıkta azalır.

Hipotez 2:
Çünkü:

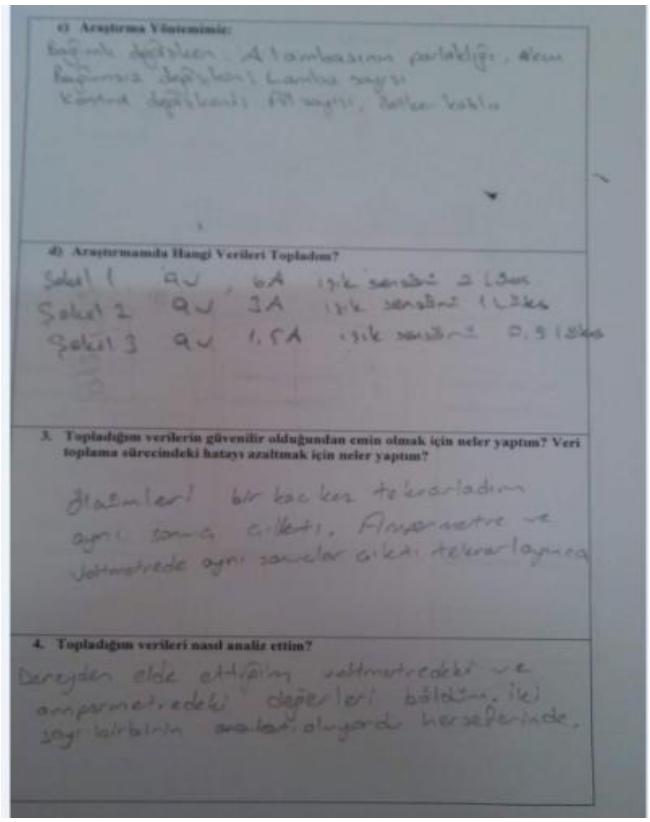
Hipotez 3:
Çünkü:

Hipotezimizi test edelim!!!

2. Uygulamamızı Tasarlayalım!!!

a) Kullanacağımız Malzemeler:
Voltmetre
Ampermetre
Işık sensörü
Ampul
İletken kablo
Işık sensörü

b) Çalışmamızda Dikkat Edilecek Güvenlik Önlemleri:
Ye

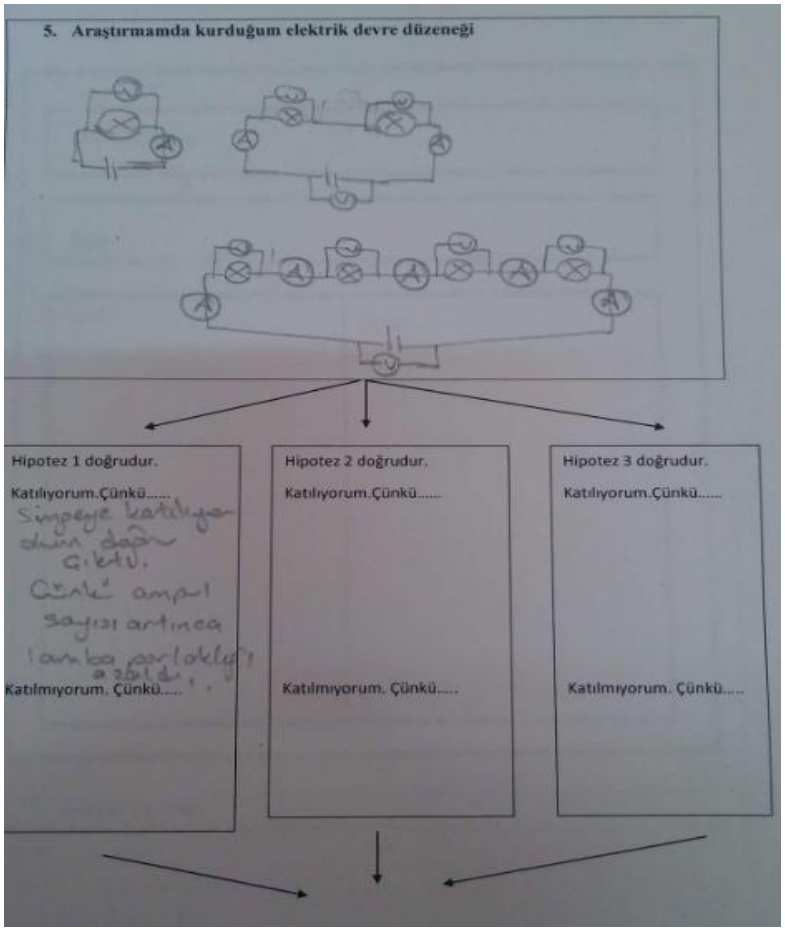


c) Araştırma Yöntemimiz:
Bağımlı değişken A lambasının parlaklığı, akım
Bağımsız değişken: Lamba sayısı
Kontrol değişkenler: Pil sayısı, İletken kablo

d) Araştırmamda Hangi Verileri Topladım?
Şekil 1 9V, 6A ışık sensörü 2 Lüks
Şekil 2 9V 3A ışık sensörü 1 Lüks
Şekil 3 9V 1,5A ışık sensörü 0,5 Lüks

3. Topladığım verilerin güvenilir olduğundan emin olmak için neler yaptım? Veri toplama sürecindeki hatayı azaltmak için neler yaptım?
Ölçümleri bir kaç kez tekrarladım aynı sonuç çıktı. Ampermetre ve voltmetrede aynı sonuçlar çıktı tekrarlayınca

4. Topladığım verileri nasıl analiz ettim?
Dereyden elde ettiğim voltmetredeki ve ampermetredeki değerleri böldüm. İki sayı birbirin analiz oluyordu herseferinde.


5. Araştırmamda kurduğum elektrik devre düzeneği
Hipotez 1 doğrudur.
Katılıyorum.Çünkü.....
Simpeye katılıyor
dum doğru
çıktı.
Çünkü ampul
sayısı artınca
lamba parlaklığı
azaldı.
Katılmıyorum. Çünkü.....
Hipotez 2 doğrudur.
Katılıyorum.Çünkü.....
Katılmıyorum. Çünkü.....
Hipotez 3 doğrudur.
Katılıyorum.Çünkü.....
Katılmıyorum. Çünkü.....