

## **Laboratuvar Uygulamalarında Yeni Bir Yaklaşım: Argüman Temelli Sorgulayıcı Araştırma**

Pınar Seda ÇETİN<sup>1</sup>, Duygu METİN<sup>2</sup>, Ebru KAYA<sup>3</sup>

**Geliş Tarihi:** 16.02.2016

**Kabul Ediliş Tarihi:** 06.06.2016

### **ÖZ**

Fen eğitiminin en temel amaçlarından biri bilim okuryazarlığının en kritik bileşeni olan öğrencilerin bilim insanlarının çabalarını daha iyi anlamalarını ve onların bilimsel bilgiyi elde etme aşamasında hangi bilimsel süreçlerden geçtiklerini fark etmelerini sağlamaktır. Bu amacı gerçekleştirmek için fen laboratuvarları en uygun ortamlardır. Bu çalışma, fen bilimleri laboratuvarlarında kullanılabilecek yeni bir yöntem olan Argüman Temelli Sorgulayıcı Araştırma (ATSA) yöntemini tanıtmayı amaçlamaktadır. ATSA; görevi ve yönlendirici araştırma sorusunu tanımlamak, araştırma yöntemini tasarlamak ve veri toplamak, verileri analiz etmek ve araştırma sorusuna geçici bir argüman üretmek, argümantasyon, açık ve yansıtıcı tartışma, araştırma raporu yazmak, akran değerlendirmesi yapmak, araştırma raporlarını düzenleyerek tekrar sunmak olmak üzere sekiz basamaktan oluşmaktadır. Bu basamaklar örnekler ile tanıtılarak fen dersi öğretim programları ile uyumu tartışılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** fen laboratuvarları, argümantasyon, sorgulayıcı araştırma

## **A New Approach to Laboratory Applications: Argument- Driven Inquiry**

### **ABSTRACT**

One of the most important aim of science education is to provide opportunities for students to develop a knowledge of science and scientific inquiry which are the critical components of scientific literacy. To meet this goal, science laboratories are very convenient. This study aims to introduce a new approach called Argument- Driven Inquiry (ADI). ADI consists of seven interrelated steps; identify the task and the guiding question , design a method and collect data, analyze the data and develop a tentative argument, argumentation session, explicit and reflective discussion, write an investigation report, double-blind group peer review, and revision and submission of the report. All the steps are explained by giving examples and the compatibility of ADI with science curriculum is discussed.

**Keywords:** science laboratories, argumentation, inquiry

### **GİRİŞ**

Bilim ve teknolojideki gelişmelerin toplum üzerinde hiç olmadığı kadar etkili olduğu bir çağda, bilimin ne olduğunu ve nasıl yapıldığını kavramak, bilimsel düşünenebilmek ve bilimsel davranabilmek her zamankinden daha fazla öneme

<sup>1</sup> Doç. Dr., Abant İzzet Baysal Üniversitesi, e-posta: pnrsarier@gmail.com

<sup>2</sup> Dr., e-posta: duygu444@yahoo.com

<sup>3</sup> Doç. Dr., Boğaziçi Üniversitesi, e-posta: ebru.kaya@boun.edu.tr

sahiptir. Bu becerilerin gelişmesine en önemli katkıyı yapabilecek öğrenme alanlarından biri de kuşkusuz fen eğitim-öğretimidir. Fen eğitiminin en temel amaçları; öğrencilerin bilimdeki temel kavramları ve bu kavramların kullanımlarını, bilimsel süreç becerileri ve problem çözme becerilerini, bilimsel düşünme yapısını, bilimin ve bilim insanlarının nasıl çalıştığı hakkındaki algılarını ve bilime yönelik ilgi ve motivasyonlarını geliştirmek olarak tanımlanabilir (Lunetta, Hofstein & Clough 2007). Fen laboratuvarları ise bu amaçlara ulaşmak için kullanılacak en etkili yollardan biridir. Fen laboratuvarları, öğrencilere fenedeki temel kavramsal ve prosedürel bilgilerin ve becerilerin tanıtıldığı bir ortamdır (Bybee 2000; NRC 1996). Tobin (1990), laboratuvar aktivitelerini öğrencilerin bilimsel kavramları anlayarak öğrenmelerine ve aynı zamanda bilim yaparak bilgiyi oluşturma sürecine dahil olmalarına izin veren bir yol olarak tanımlamaktadır.

Baird (1990) laboratuvardaki öğrenme ortamının öğretmen merkezli olması yerine öğrenci merkezli olması gerekliliğine vurgu yapmıştır. Yapılan birçok araştırma fen derslerinde laboratuvarların etkili bir şekilde kullanımı konusunda bazı eksiklikler olduğunu göstermektedir. Laboratuvarlarda etkili bir öğrenme gerçekleşebilmesi için öğrencilerin deneyleri kendilerinin yapmaları ve birbirleri ile etkileşim halinde olmaları çok önemli olmasına rağmen, öğrencilere tüm bunları gerçekleştirme fırsatı genelde verilmemektedir (Gunstone 1991). Halbuki, öğrencilere ortaya konan problemleri anlama ve günlük hayatla ilişkilendirme fırsatı verilirse öğrenciler akranlarıyla gerçekleştirdikleri etkileşim sonucunda bilimsel kavramları daha rahat anlamaya ve geliştirmeye başlayacaklardır (Hofstein, & Lunetta 2003). Ayrıca laboratuvarlarda öğrencilere deney yaptırılırken, deneyin yapılışı “yemek kitabı” formatında verilmekte ve onların düşünmeleri ve öneri getirmeleri teşvik edilmemektedir (Roth 1994).

Öğrencilerin yaparak ve deneyerek öğrendikleri laboratuvar uygulamaları etkili bir şekilde kullanıldığında öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişmesine ve kendi bilgilerini oluşturmalarına ve de fen derslerine karşı olumlu tutum geliştirmelerine önemli bir katkı sağlamaktadır (Azizoğlu & Uzuntiryaki 2006; Güneş, Şener, Topal Germi, & Can 2013; Hofstein 2004). Ancak, öğrenciler laboratuvarda yapılan uygulamalara karşı ilgisiz olabilmektedir. Bu ilgisizliğin nedenlerinden biri öğrencilerin deneyleri kendilerinin yapmaması olarak değerlendirilebilir (Gunstone 1991). Deneyler laboratuvarlarda öğrenciler tarafından gerçekleştirilirse ve sonuçları değerlendirilirse laboratuvar uygulamaları daha etkili bir şekilde kullanılmış olacaktır (Uluçınar, Cansaran ve Karaca 2004). Güneş ve arkadaşları (2013) gerçekleştirdikleri araştırmanın sonucunda, birçok öğretmenin okullarında laboratuvar olsa bile laboratuvarları etkili bir şekilde kullanmadıklarını ve günlük hayatta kullanılan malzemelerle yapılabilecek olan deneyleri bile yapmadıklarını gözlemlemişlerdir. Laboratuvarda uygulama yapma olanakları olsa bile yapmayan ya da çok nadiren yapan öğretmenlerin bazıları derslerinde sınırlı sayıda gösteri deneyi yapmayı tercih etmektedir (Çepni, Akdeniz & Ayas 1994; Nakiboğlu & Sarıkaya 1999). Diğer yandan öğretmenler, laboratuvar uygulamalarına ilişkin olarak daha fazla

hizmet içi eğitime ve de laboratuvarlarda yapılabilecek deneylerin, bu deneylerde karşılaşılabilecek sorunların ve güvenlikle ilgili konuların yer aldığı kılavuz kitaplara ihtiyaç duymaktadırlar. (Uluçınar, Cansaran, & Karaca 2004). Diğer yandan, birçok öğretmen öğrencilerin fen laboratuvarındaki performanslarını değerlendirmede yetersiz tecrübeye sahip olduğu için öğrencilerin fen derslerindeki başarıları değerlendirilirken onların laboratuvarında gösterdikleri performans bu değerlendirmeye dahil edilmemektedir (Hofstein, & Lunetta 2003; Yung 2001).

Halbuki fen laboratuvarları, bilimsel araştırma yaparak hem bilimin doğasının hem de bilimsel bilgilerin öğrenildiği temel öğrenme ortamlarından biridir (Hofstein & Mamlok-Naaman 2007). Bu nedenle, fen laboratuvarları fen eğitiminin ayırt edici özelliği olarak tanımlanır (Hofstein & Lunetta 1982; Hofstein & Lunetta 2003; Hofstein & Mamlok-Naaman 2007). Tarihsel süreç içerisinde incelendiğinde, fen laboratuvarlarının gelişimi öğrenme-öğretme literatürü ile benzerlikler gösterir. Örneğin, 1950'li yıllarda laboratuvar ortamları öğretmen veya ders kitabı tarafından sunulan bilgilerin örneklerle veya resimlerle gösterilmesi amacıyla kullanılırken, takip eden yıllarda gerçekleşen reformlar yoluyla, ki bu reformlar Bruner, Gagne ve Piaget'nin öğrenen merkezli öğrenme teorilerine dayanmaktadır, öğrencilerin bilimin doğası ve bilimsel araştırmayı daha iyi anlamalarını sağlayacak şekilde sorgulayıcı araştırma temel alınarak yeniden tasarlanmıştır (Lunetta, Hofstein & Clough 2007). Son yıllarda fen laboratuvarları, yeni öğretim metodlarının entegre edilerek hem araştırma ortamının hem de öğrenme ortamının zenginleştiği öğrenme ortamları olarak çeşitlenmektedir. Örneğin; TGA (Tahmin et, Gözle, Açıkla) yöntemine dayalı laboratuvar etkinlikleri (Bilen 2009; Bilen & Aydoğdu 2010; Durmuş 2014), V-diyagramına dayalı laboratuvar etkinlikleri (Demirtaş, 2006; Nakiboğlu & Meriç 2000), 5E ve 7E öğrenme döngüsüne dayanan laboratuvar uygulamaları (Kanlı & Yağbasan 2008; Pabuççu & Geban 2015), ön ve son laboratuvar tartışması eklenmiş laboratuvar uygulamaları (Bağcı Kılıç, Yardımcı & Metin 2011; Yahşi 2006), araştırmaya dayalı laboratuvar uygulamaları (Aydoğdu & Ergin 2008) ve ATSA (Argüman Temelli Sorgulayıcı Araştırma) yöntemine dayanan laboratuvar uygulamaları (Demircioğlu & Uçar 2015) son yıllarda laboratuvar ortamlarını daha aktif bir öğrenme ortamı haline dönüştürmeyi hedefleyen bazı yöntemlerdir.

ATSA; araştırma sorusuna çözüm olabilecek uygun yöntemin kararlaştırılması, veri toplama yöntemlerinin belirlenmesi ve verilerin toplanması, verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması, iddianın ortaya atılıp argümanın şekillenmesi, araştırmanın raporlaştırılıp değerlendirilmesi ve oluşturulan bilimsel bilgilerin diğer bilim insanlarıyla paylaşılması gibi bilimin birçok sürecini öğrencilerin gerçek yaşantıları yoluyla anlamlandırmalarını sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntem sayesinde, argümantasyon ve sorgulayıcı araştırma birbiri içine entegre edilir. Argümantasyon hem bilimsel düşünme sürecinin hem de kavramsal öğrenmenin temelini oluşturduğu için öğrencilerin bilimi öğrenmesinde önemli bir role sahiptir (Duschl & Osborne 2002). ATSA sayesinde argümantasyon ve

sorgulayıcı araştırma bir araya geldiğinde ise, öğrencilerin kendi araştırma süreçlerinde neyi niçin yaptıklarını anlamlandırabilecekleri ve açıklayacakları bir öğrenme ortamının öğrencilerin bilimi öğrenmesine daha fazla katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çünkü ATSA öğrencilerin neyi, neden ve nasıl yaptıklarını anlamlandırmalarını sağlayan üç temel soru üzerinde şekillenir. Öğrencilerin araştırma raporlarının temelini oluşturan sorular şu şekildedir; i. Bu çalışmada ne yapmaya çalışıyordun? Neden? ii. Bu çalışmada ne yaptın? Neden? iii. Bu çalışmada argümanın nedir? (Sampson ve diğ. 2013).

### **Çalışmanın Amacı**

Bu çalışma, fen bilimleri laboratuvarlarında kullanılacak yeni bir yöntem olan Argüman Temelli Sorgulayıcı Araştırma (ATSA) yöntemini tanıtmayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda, öncelikle ATSA'nın 8 basamağı teorik olarak tanıtılacak ve sonrasında araştırmacıların bir eğitim-öğretim dönemi boyunca uyguladığı ATSA etkinlikleri ile yürütülen bir laboratuvar dersinde kullanılan örnekler yardımıyla bu basamaklar açıklanacaktır. Bu basamakların her biri aşağıda Tablo 1' de özetlenmiş daha sonra da ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Tablo 1. *Argüman Temelli Sorgulayıcı Araştırmanın Basamakları*

Basamaklar	Açıklaması
1.basamak	Görevi ve Yönlendirici Araştırma Sorusunu Tanımlamak
2.basamak	Araştırma Yöntemini Tasarlamak ve Veri Toplamak
3.basamak	Verileri Analiz Etmek ve Araştırma Sorusuna Geçici Bir Argüman Üretmek
4.basamak	Argümantasyon
5.basamak	Açık ve Yansıtıcı Tartışma
6.basamak	Araştırma Raporu Yazmak
7.basamak	Akran Değerlendirmesi Yapmak
8.basamak	Araştırma Raporlarını Düzenleyerek Tekrar Sunmak

### **1. Basamak: Görevi ve Yönlendirici Araştırma Sorusunu Tanımlamak**

ATSA'nın ilk basamağı öğrencilerin ilgilerini konuya çekmek ve onların ön bilgileri ile yeni öğrenecekleri konular arasında bir ilişki kurmak amacıyla, öğrencilere araştırılacakları konunun tanıtılması ve araştırma probleminin sunulmasını içerir (Walker, Sampson, & Zimmerman 2011). Bu amacı gerçekleştirmek için öğretmen her öğrenci için bir laboratuvar föyü hazırlamalıdır. Bu föy, konu ile ilgili gerekli teorik bilgileri, üzerinde çalışılacak araştırma problemini, öğrencilerin argümanlarını sunmaları için kullanacakları ortamı (örneğin, beyaz tahta, karton ), laboratuvarında uymaları gereken güvenlik önlemlerini, veri toplamaları için kullanabilecekleri ve aşına olmadıkları düşünülen yöntem ve araç-gereçlerin tanıtımını, laboratuvarında kullanacakları kimyasal ve cam malzemelerin listesini ve argüman kalitesini değerlendirmek için kullanılan kriterlerin tanıtımını içerir (Sampson, Carafano, Enderle, Fannin, Grooms, Southerland, Stallworth, & Williams 2014). Daha önce argüman

yazmak konusunda deneyimi olmayan öğrencilerin sınıfta bulunabileceği göz önünde bulundurularak bu kriterler öğrencilere ayrıntılı bir şekilde anlatılarak örneklendirilmelidir. Bu basamağın sonunda öğretmen bir sonraki basamak için öğrencileri 3-4 kişilik gruplara ayırmalıdır.

Bu basamakta öğretmen her bir öğrenciye verilmek üzere yeterli sayıda föyü çoğaltarak derse gelmelidir. Öğrencilerin ilgisini uyanık tutabilmek için öğretmen laboratuvar föyündeki her bir alt başlığı farklı bir öğrencinin yüksek sesle okumasını isteyebilir. Ayrıca öğretmen gerekli gördüğünde konu ile ilgili ilave açıklamalar yaparak öğrencilerin kendilerinden ne beklenildiğini tam olarak anlamasını sağlamalıdır. Bu basamakta, laboratuvar föyünün detaylı hazırlanması büyük önem taşımaktadır. Detaylı hazırlanmış bir föy, öğrencileri araştırma yöntemlerini tasarlarken, veri toplarken, argümanlarını oluştururken veya raporlarını hazırlarken yönlendirici nitelikte olmalıdır.

Yönlendirici araştırma sorusunun araştırmacı veya öğretmen tarafından önceden planlanarak belirlenmesi bu laboratuvar yönteminin başarıya ulaşmasını sağlayacak bir diğer önemli etkidir. Araştırma sorusu bilimsel süreç becerileri ile bir laboratuvar ortamında araştırılabilir nitelikte olmalıdır. Bu nedenle ATSA'yı uygulayacak araştırmacı veya öğretmenler öngörülerini kullanarak soracakları yönlendirici araştırma sorusunun süreci nasıl yönlendireceğini belirlemek durumundadır. Örneğin “Çözünürlük nedir?” diye yöneltilen bir araştırma sorusu öğrencileri bilimsel bir araştırma yapmaya yönlendirmekten ziyade onları çözünürlük hakkında hâlihazırda var olan teorik açıklamaları okumaya yönlendirmektedir. “Çözünürlük hızını etkileyen faktörler nelerdir?” sorusu ise öğrencilerin araştırma tasarımı yaparken düşünce süreçlerini odaklayacakları şekilde sınırlandırılmış ve araştırmanın değişkenleri hakkında ipuçları verecek biçimde düzenlenmiştir. ATSA'nın temel amaçlarından biri öğrencilerin bilimin nasıl yapıldığını, bilimsel bilginin nasıl üretildiğini, bilimde kanıtın ve argüman oluşturmanın önemini ve bilimsel araştırmanın özelliklerini kendi tasarlayacakları bilimsel araştırma süreci boyunca anlamlandırmalarına olanak sağlamaktır. Bu bağlamda bakıldığında, bir soru ile başlaması bilimsel araştırmanın en temel özelliklerinden biridir (Lederman, Lederman, Bartos, Bartels, Meyer & Schwartz 2014). Bu nedenle ATSA'nın bu basamağı bilimde soru sormanın önemini vurgular.

Bu basamakta planlanması gereken bir diğer etken ise araştırma materyalleridir. Araştırma sorusu gibi araştırma materyallerinin de öğrenciyi yönlendirebilecek nitelikte olması gerekir. Örneğin basit sarkaçta cismin salınım sayısının nelere bağlı olduğunun araştırılacağı bir etkinlikte öğrencilere değişik kütlelere sahip cisimler (yarırlık ağırlık takımı) veya farklı cisimlerin kütlelerinin ölçülebilmesi için hassas terazi temin edilmezse, öğrenciler sarkacın ucuna asılan cismin kütesinin salınım sayısına etki edip etmediğini test etme gereği duymayabilirler. Ampul parlaklığının elektrik devresindeki hangi devre elemanlarına bağlı olarak değiştiğinin araştırılacağı bir başka etkinlikte, ampulden geçen akım şiddetinin ampulün parlaklığını nasıl etkilediğini test etmek isteyen öğrenciler materyaller arasında bulunan güç kaynağının ne işe yaradığını veya nasıl çalıştığını

bilmiyorlarsa bu değişkeni test etmekten vazgeçebilirler. Başka bir durumda ise öğrenciler sınıf ortamında test edilmesi güç olan bir değişkenin etkisi olup olmadığını test etmek isteyebilir. Bu nedenle materyaller sınırlandırıcı değil yönlendirici olacak şekilde seçilmelidir. Öğrencilerin araştırma tasarımlarını kısıtlamamak için “kullanılacak materyaller” yerine “kullanılabilecek materyaller” belirlenmelidir.

## **2. Basamak: Araştırma Yöntemini Tasarlamak ve Veri Toplamak**

ATSA'nın ikinci basamağında amaç öğrencilere bir araştırma yöntemi tasarlamalarını, bu yöntemi uygulayarak veri toplamalarını, topladıkları verileri analiz etmelerini ve deneysel bir çalışmadan elde edilen ve birden fazla anlama gelebilecek deney sonuçlarını nasıl anlamlandıracaklarını öğretmektir. Bu amaçla öğrencilerden 3-4 kişilik gruplar halinde deney ya da gözlem yoluyla 1. basamakta kendilerine sunulan araştırma problemini cevaplamak için bir yöntem tasarlamaları ve tasarladıkları yöntemi uygulayarak veri toplamaları istenir (Walker & Sampson 2013). Bu aşamada öğrencilere i. Ne tür veri toplamanız gerekli? ii. Bu veriyi nasıl bir yöntem ile toplamayı planlıyorsunuz? iii. Topladığınız verileri nasıl analiz edeceksiniz? iv. Topladığımız gerçek verileriniz nelerdir? gibi soruların yönlendirilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir (Sampson ve diğ. 2014).

ATSA'nın 2. basamağı, bilimde bir araştırmanın nasıl tasarlanıp uygulandığını öğrenmeleri için öğrencilere fırsat sunar. Bu aşamada öğrencilere yönlendirici araştırma sorusu hatırlatılır ve öğrenciler araştırma sorusunun doğasına uygun olarak bir yöntem tasarlamaları konusunda yönlendirilir. Bu aşamada öğrencilere bilimsel araştırmayla ilgili üç temel özellik kavratılmalıdır; 1) Bütün bilimsel araştırmalarda takip edilecek tek bir bilimsel yöntem yoktur (Lederman, Lederman & Antink 2013; Lederman, Lederman, Bartos, Bartels, Meyer & Schwartz 2014; McComas, Clough & Almazroa 1998), 2) Araştırma süreci araştırma sorusu tarafından yönlendirilir (Lederman, Lederman, Bartos, Bartels, Meyer & Schwartz 2014), 3) Bilimsel bilgi veriye dayalıdır (Lederman 2007; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz 2002; McComas, Clough & Almazroa 1998).

Öncelikle öğrencilere doğrudan gözlemliyor olsalar bile, bir araştırma sorusunu cevaplamak için veri toplamaları veya var olan verileri analiz etmeleri gerektiği vurgulanmalıdır. Bilimde verileri toplamak için takip edilecek tek bir yöntem yoktur. Araştırma sorusunun doğasına bağlı olarak bilimsel araştırmalar betimsel, korelasyonel veya deneysel olarak çeşitli formlar alabilir (Lederman, Lederman & Antink 2013). Burada önemli olan öğrencilerin yönlendirici araştırma sorusunu dikkate alarak kendilerine uygun araştırma yöntemini belirlemeleri ve belirledikleri araştırma yöntemine uygun olarak bir araştırma tasarlamalarıdır. Öğrenciler yönlendirici araştırma sorusunun doğasına uygun olarak bazı araştırmalarda deney tasarlayarak veri toplayabilirler, bazı araştırmalarda sistematik gözlem yaparak veri toplayabilirler. Bazı durumlarda ise öğrenciler araştırma sorusunu cevaplamak için literatür tarayabilir veya daha

önceden var olan veri setlerini analiz edebilirler. Örneğin “Kuşların gaga yapısı ile yedikleri besinler arasında nasıl bir ilişki vardır?” diye sorulan bir araştırma sorusunu cevaplamak için öğrenciler ya doğal ortamda sistematik gözlem yaparak veri toplayabilirler ya da öğretmenlerinin daha önce bu araştırma için hazırladığı ve değişik kuş türlerinin gaga yapısını ve yedikleri besinleri gösteren veri setini kullanabilirler. Böyle bir soru deneysel bir araştırma yöntemi ile cevaplanamaz. “Işık şiddeti bitkilerdeki fotosentez hızını nasıl etkiler?” diye sorulan başka bir araştırma sorusunu cevaplamak için ise öğrencilerin bir deney düzeneği oluşturarak değişik ışık şiddetinde bitkinin fotosentez hızını ölçmeleri gerekir. ATSA’nın 2. basamağı gerçek bir bilimsel araştırmanın planlandığı ve uygulandığı temel basamaktır. Araştırmacının veya öğretmenin yönlendirmesinin ve onayının ardından gruplar veri toplama aşamasına geçmelidir.

### **3. Basamak: Verileri Analiz Etmek ve Araştırma Sorusuna Geçici Bir Argüman Üretmek**

ATSA’nın üçüncü basamağında öğrencilerden ikinci basamakta topladıkları verileri analiz ederek, araştırma sorusuna iddia, kanıt ve gerekçeden oluşan bir argüman oluşturmaları istenmektedir. Bu basamağın amacı öğrencilere bilimde argümantasyonun yerini vurgulamaktır. Bu sayede öğrenciler, bilim insanlarının ortaya attıkları iddiaları uygun kanıt ve gerekçeler ile desteklemeleri gerektiğini ve bilimde iyi bir argümanın nasıl oluşturulacağını kavramış olacaklardır. Bu amaçla öğrenciler öncelikli olarak ikinci basamakta yaptıkları gözlemleri ya da topladıkları verileri analiz ederek bunları anlamlandırmalıdır. Bu analizin sonucunda öğrencilerden iddia, iddialarını desteklemek için kullandıkları kanıt ve kanıtlarının gerekçesini içeren argümanlarını oluşturmaları istenir. Burada *iddia* öğrencilerin araştırma sorusuna verdikleri yanıttır. Bir bilginin kanıt olarak değerlendirilmesi için zamana karşı bir eğilimi göstermesi, nesnel/ gruplar arasında bir farkı göstermesi ya da değişkenler arasındaki ilişkiyi göstermesi gerekir. Kanıt sayısal olabileceği gibi, bir gözlem sonucu da oluşabilir. *Kanıtın gerekçesi* ise kanıtın iddiayı neden desteklediğini açıklayan cümlelerdir.

Örneğin dört beherin içine gıda boyaları ile renklendirilmiş, farklı sıcaklıklara ve farklı hacme sahip sular koyarak hazırlayacağınız bir etkinlikte öğrencilere şu araştırma sorusunu yönelttiğimizi varsayalım; “Beherlerin içindeki sıvılar aynı mı yoksa farklı maddeler midir?”. Öğrenciler ATSA’nın 2. basamağında sıvıların rengi, hacmi, sıcaklığı, yoğunluğu ve kaynama noktası ile ilgili veriler toplarlar. ATSA’nın 3. basamağında ise ilk önce topladıkları veriler arasındaki benzerlik ve farklılıklara bakarak verileri analiz edip yorumlarlar. Araştırma sorusuna geçici bir çözüm bulabilecek seviyeye geldiklerinde ise 3. basamakta argümanlarını oluşturmak için araştırma sorusuna cevap olabilecek iddiayı ortaya atarlar, bu iddiayı kanıtlarla desteklerler ve iddianın gerekçesinde ise bu kanıtların iddiayı desteklemek için nasıl ve niçin kullanıldığını ve bu kanıtların neden önemli olduğunu belirtirler. Örneğin öğrencilerin topladıkları verileri aşağıdaki gibi bir tabloda sunduklarını varsayalım;

Tablo 2. *Öğrenci Verileri*

	Renk	Hacim (ml)	Sıcaklık (°C)	Kaynama Noktası (°C)	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )
Sıvı 1	kırmızı	100	55	99	0.988
Sıvı 2	sarı	50	70	99	0.977
Sıvı 3	yeşil	75	24	100	0.998
Sıvı 4	renksiz	50	70	100	0.977

Yukarıda sorulan “*Beherlerin içindeki sıvılar aynı mı yoksa farklı maddeler midir?*” araştırma sorusuna örnek olabilecek iddia, kanıt ve gerekçe aşağıda belirtilmiştir;

**İddia:** *Dört beher içindeki sıvılar aynı maddelerdir.*

**Kanıt:** *Sıvı 1, Sıvı 2, Sıvı 3 ve Sıvı 4’ün kaynama noktaları ve yoğunlukları aynıdır.*

**Kanıtın gerekçesi:** *Kaynama noktası ve yoğunluk sıvılar için ayırt edici bir özelliktir. Aynı maddeler için bu ayırt edici özelliklerin de aynı olması gerekir. Dört sıvının da kaynama noktaları ve yoğunlukları aynı olduğu için bu sıvılar aynı maddelerdir.*

ATSA’nın 3. basamağının asıl amacı bilimde argümanın yerini göstermek ve öğrencilere kendi argümanlarını oluşturmalarına fırsat tanıyarak araştırmaları süresince neyi niçin yaptıklarını gözden geçirerek anlamlandırmalarını sağlamaktır. Argüman oluşturmak, özellikle araştırma sorusunun, uygulanacak yöntemin ve ulaşılabilecek sonucun önceden belli olduğu laboratuvar uygulamalarına alışkın olan öğrenciler için oldukça zor bir süreçtir. Bu aşamada öğrencilerin en çok zorlandığı aşamalardan biri kanıt üretmektir. Öğrenciler çoğunlukla veri ile kanıt arasındaki farkı ve aralarındaki ilişkiyi bilmeden laboratuvar ortamına gelmektedirler. Bu nedenle ders yılının başlangıcında elde ettikleri verilerden kanıt üretmekte zorluk çekmektedir. Bilimsel veri bilimsel kanıt ile aynı şey değildir (Lederman, Lederman, Bartos, Bartels, Meyer & Schwartz 2014; Sampson ve diğ. 2014). Veri ve kanıt bilimsel araştırmada farklı görevler üstlenirler. Veri, bilimsel araştırma süresince elde edilen gözlemlerdir (Lederman, Lederman, Bartos, Bartels, Meyer & Schwartz 2014) ve doğal bir olayın gözlemlenmesiyle, ölçülmesiyle veya sınıflandırılmasıyla elde edilebilir. Kanıt ise verilerin iddiayı destekleyecek şekilde organize edilmesidir. Kanıt, olaylar arasındaki deseni veya ilişkiyi göstermek için verilerin analiz edilmesini ve veri analizinin yorumlanmasını içerir. Bu basamakta araştırmacı veya öğretmen soruları ile öğrencilere rehberlik ederek öğrencileri tablodaki her bir değerini veri olduğu ve fakat iddia ile ilişkili kısımların (renkleri farklı olmasına rağmen sıvıların yoğunluklarının dört beherde de aynı olduğu) kanıt olduğu fikrine ulaştırmalıdır. Araştırmacı veya öğretmen ayrıca gruplarla sürekli iletişim halinde olarak öğrencilerin kendi argümanlarını değerlendirebilmeleri için sorular yönelmelidir. Bu sorulardan bazıları şöyle olabilir; Yeterli kanıtınız var mı? Kanıtlarınız birbiriyle uyumlu mu? İddianız kanıtlarınızla uyumlu mu?



İddianız araştırma sorusunu cevaplamak için ne kadar yeterli? (Sampson ve diğ. 2014).

Öğrencilerin 3. basamakta zorlanacağı bir diğer aşama ise kanıtlarını gerekçelendirme aşamasıdır. Gerekçe iddia ile kanıt arasında kurulan köprüdür. Gerekçe, elde edilen kanıtın neden ortaya atılan iddiayı desteklemek için kullanıldığının veya neden önemli olduğunun açıklandığı bölümdür. Örneğin farklı bölgelerden alınan su örneklerinin sertliğinin aynı olup olmadığını araştıran bir grup öğrenci, suların hidroklorik asit ile tepkimesi sonucu ortaya çıkan CO<sub>2</sub> gazı miktarını ölçebilir. Öğrencilerin asıl ölçtüğü suyun sertliği değil, çıkan gaz miktarıdır. Öğrencilerin gerekçelerini sunarken yapacakları şey neden bu şekilde veri topladıklarını, bu verinin ne anlama geldiğini ve bunun neden önemli olduğunu anlatmaktır. Söz konusu araştırma için örnek bir gerekçe şu şekilde olabilir; Araştırmamızda bağımlı değişken olarak farklı bölgelerden alınan 100 ml suyun 10 ml hidroklorik asit ile verdiği kimyasal tepkime sonucunda ortaya çıkan gaz miktarını kullandık. Çünkü suyun sertliği suyun içinde bulunan kalsiyum karbonat miktarına bağlıdır ve kalsiyum karbonat hidroklorik asit ile tepkimeye girerek CO<sub>2</sub> gazı çıkışına neden olur. Çıkan CO<sub>2</sub> gazı miktarı ne kadar fazla ise su o kadar serttir. Farklı bölgelerden alınan suların asit ile verdiği tepkime sonucu ortaya çıkan gaz miktarları farklı olduğu için bu suların sertlikleri de farklıdır. Bu basamağın sonunda gruplar oluşturdukları argümanları diğer grupların değerlendirebilmesi için herkes tarafından görülebilecek bir şekilde sunuma hazırlarlar (Sampson ve diğ. 2014; Sampson, Grooms & Walker 2011 ).

#### **4. Basamak: Argümantasyon**

ATSA'nın bu basamağında öğrenciler oluşturdukları argümanı diğer gruplar ile paylaşırlar. Bu basamağın amacı öğrencilerin sorgulayıcı araştırmalarının içeriğini, sürecini ve sonucunu diğer arkadaşları ile paylaşarak dönüt almalarıdır. Bu sayede öğrenciler arkadaşlarının farklı fikirlerini dinleme fırsatı da bulabileceklerdir. Burada her gruptan bir öğrenci kendi grubunda kalarak argümanını diğer gruplara anlatırken grubun diğer üyeleri farklı grupları gezerek onların oluşturdukları argümanları dinleme fırsatı bulabilir (Walker, Sampson & Zimmerman 2011). Bu basamakta öğretmen grupların arasında gezerek onlara iddialarının bilimsel teori, yasa ya da modellerle nasıl uyumlu olduğunu, verilerin nasıl analiz edildiğini, iddialarına uymayan verileri olup olmadığını sorabilir. Ayrıca öğretmen dinleyici olan öğrencilere de arkadaşlarının yorumlarını mantıklı bulup bulmadıkları, analizlerinin doğru olup olmadığı gibi sorular sorabilir.

Bu basamak öğrencilerin iletişim ve sunum becerilerini geliştirmenin yanı sıra onlara bilimin gerçekte nasıl ilerlediğini anlamaları için fırsat tanır. Bu basamak bilimsel süreçteki kongrelere, sempozyumlara veya poster sunumlarına benzetilebilir. Öğrenciler diğer arkadaşlarıyla bir araya gelerek arkadaşlarının ve öğretmenin sorduğu sorular ışığında kendi argümanını gözden geçirme fırsatı bulur ve aynı zamanda diğer grupların oluşturduğu argümanları inceleyerek

kendi iddiasına destek olan veya karşıt olan başka araştırmalar olup olmadığını görme şansı yakalar. Bu basamakta hem öğretmenin hem de öğrencilerin bilimsel bir dil kullanarak argümanın kalitesini belirlemeye yönelik sorular sorması önem taşımaktadır. Bu basamağın bir diğer ve en önemli amaçlarından biri öğrencileri bildikleri konusunda düşünmeye teşvik etmektir. Hurd (1998)'ün bilim okuryazarı bireylerde bulunması gerektiğini belirttiği özelliklerden biri şöyledir; “Kanıtı propagandadan, gerçeği kurgudan, anlamlıyı anlamsızdan ve bilgiyi fikirten ayırır.” (s. 113). Bu basamakta öğrencilerin bilimde fikirlerden ziyade bilginin önemli olduğu, bilgilerin ise argümanlara dayandığı, geçerli bir argüman oluşturmak için çok şey söylemekten ziyade kanıtlara dayandırmak gerektiğini anlamaları ve bu özellikleri göz önünde bulundurarak bir bilimsel araştırmayı değerlendirmeleri sağlanmalıdır. Bunun için, öğretmen bu süreçte öğrenciler ile birlikte grupları gezerek hem soruları hem cevapları kontrol edebilir. Gerektiğinde öğretmen bilimsel bir araştırmayı yaparken ve değerlendirirken neleri dikkate aldıklarını öğrenciler ile birlikte tartışabilir.

##### **5. Basamak: Açık ve Yansıtıcı Tartışma**

Bu basamak, yöntemi ortaya atan çalışma grubunun ilk yayınlarında bulunmasa da (Sampson ve diğ. 2011; Sampson & Walker 2012; Walker, Sampson & Zimmerman 2011; Walker & Sampson 2013) daha sonraki yayınlarda yöntem gözden geçirildikçe gerekliliği fark edilerek eklenmiştir (Grooms, Sampson & Golden 2014; Sampson, Enderlee, Grooms & Witte 2013; Sampson ve diğ. 2014). Bu basamakta öğrenciler kendi gruplarına geri dönerek arkadaşlarından diğer gruplarda arkadaşları ile paylaşımlarından elde ettikleri bilgi ve tecrübeleri paylaşırlar. Bu tartışma sonucunda isteyen gruplar oluşturdukları argümanları değiştirebilir ve araştırma verilerini tekrar analiz edebilirler. Daha sonra bir sınıf tartışması yapılarak öğrencilerin tecrübelerini paylaşarak, bilimsel olarak kabul edilen bir sonuca ulaşmaları sağlanmalıdır. Bu basamak öğrencilerin araştırma sorusuna cevap olarak oluşturdukları bilimsel bilgileri, bu bilimsel bilgileri oluştururken kullandıkları desen, orantı, bilimsel model gibi kavramların bilimdeki yerini ve aynı zamanda bilimin ve bilimsel araştırmanın doğasını tartıştıkları ve bu kavramları kendi işe vuruk tanımlarıyla anlatarak kendi öğrenmelerini yansıttıkları basamaktır. Her basamakta olduğu gibi araştırmacı veya öğretmen bu basamakta da öğrencilerin kendi araştırma yöntemlerini, argümanlarını, ve bilim hakkında öğrendiklerini düşünmelerini ve sorgulamalarını sağlamak amacıyla rehber olmalıdır. Örneğin bu basamakta öğrencilere araştırma yöntemlerinin güçlü veya zayıf yanlarının neler olabileceği, tekrar benzer bir araştırma yapsalar daha güçlü bir argüman oluşturmak için daha farklı neler yapabilecekleri, ilerideki araştırmalarında nelere dikkat etmeleri gerektiği ile ilgili sorular sorulabilir. Böylece öğrencilerin kendi veri toplama yöntemlerini nasıl geliştirebilecekleri, araştırmaları süresince ön yargılarını nasıl en aza indirebilecekleri ve ölçme hatalarını nasıl giderebilecekleri hakkında düşünmeleri ve düşüncelerini sınıf ortamında yansıtmaları sağlanır. Bu basamağın bir diğer özelliği ise öğrencilere bilimi tanıtmak, bilimin nasıl yapıldığını, nasıl ilerlediğini, bilimsel bilginin nasıl üretildiğini kavratmak için bilimin ve bilimsel araştırmanın doğası hakkında açık

ve yansıtıcı tartışmanın yapılmasına olanak sağlamasıdır. Bu tartışmalarda araştırmanın içeriğine bağlı olarak ilgili bilimin doğası özelliklerine de vurgu yapılmalıdır (Sampson ve diğ. 2014).

Beşinci basamakta dikkat edilmesi gereken konuların başında ise araştırmacının veya öğretmenin öğrencilere konu ile ilgili düz anlatım yaparak bilgi vermemesi gerektiği gelir (Sampson ve diğ. 2014). Bu basamağın bütün sınıfı içine alan, fikirlerin yansıtıldığı ve karşılıklı iletişimin esas olduğu büyük grup tartışmasına dayandığı unutulmamalıdır. Ayrıca araştırmacı veya öğretmen öğrencilerin kendi bilimsel araştırmalarını yaparken bilimi, bilimin doğasını veya bilimsel araştırmanın doğasını öğrenecekleri varsayımına dayanarak bu basamakta bu öğelerin tartışılmasına özen göstermelidir.

#### **6. Basamak: Araştırma Raporu Yazmak**

ATSA'nın bu basamağında öğrenciler bireysel olarak daha önce grupça oluşturdukları argüman ile ilgili bir araştırma raporu yazarlar. Bu raporun 3 temel soruya cevap oluşturacak şekilde yazılması beklenir. Bu sorular: i. Bu araştırmada ne yapmaya çalışıyordun? Neden? ii. Bu araştırmada ne yaptın? Neden? iii. Bu araştırmada argümanın nedir? (Sampson ve diğ. 2013). Yazmanın hem bilimsel araştırmanın önemli bir parçası olması hem de öğrencilerin düşünme yapılarını ortaya koymalarına fırsat vermesi açısından bu basamak son derece önemlidir (Sampson ve diğ. 2011). Sampson ve arkadaşları (2011) bu basamakta öğrencilerin verilerini sunarken tablo ve/veya grafik kullanmalarını ve yazdıkları raporda bu tablo ve/veya grafiğe referans vermelerini teşvik etmek gerektiğini vurgulamışlardır. Ayrıca öğretmenin yazılacak raporun uzunluğunu ortalama 1 sayfa ile kısıtlaması gerektiği de aynı yazarlar tarafından önerilmiştir. Bu sayede öğrencilerin düşüncelerini açık ve net bir şekilde ifade etmeye alışacaklarını ve kısa raporların uzun raporlara göre öğrencilerin gözünü daha az korkutacağını savunmaktadırlar. Bilimsel araştırmalarını grup çalışması olarak grupça yapmış olmalarına rağmen her öğrencinin kendini ifade etme fırsatı bulabilmesi için araştırma raporlarının bireysel yazılması sağlanmalıdır. Raporlaştırma sürecinde rehber olabilmek için raporların sınıf ortamında yazılabileceği şekilde ders saati planlanmalıdır. Öğrenciler raporlarını yazmaya başlamadan önce, raporlarının hangi kriterlere göre değerlendirileceğini gösteren akran-değerlendirme formunun öğrencilere dağıtılmasına özen gösterilmelidir. Bu formdaki değerlendirme kriterleri dört ana başlık altında toplanmaktadır: 1) Giriş ve yönlendirici araştırma sorusu, 2) Yöntem, 3) Argüman, 4) Teknik özellikler. ATSA'nın bu basamağı ayrıca öğrencilerin yazma becerilerinin zamanla gelişmesine destek olacaktır.

#### **7. Basamak: Akran Değerlendirmesi Yapmak**

ATSA'nın bu basamağında öğrencilerden arkadaşlarının raporlarını kendilerine sunulan "Akran Değerlendirme Formu" doğrultusunda değerlendirmeleri beklenmektedir. Bu basamakta amaç hem öğrencilere raporları ile ilgili eğitici dönütler sağlamak, hem de arkadaşlarını değerlendirirken kaliteli bir raporun nasıl olması gerektiği konusunda farkındalık geliştirmektir (Sampson ve diğ.

2011). Bu basamak bilimsel makalelerin yayımlanmadan önce hakemler tarafından değerlendirilmesi ve hakemlerden dönüt alınması sürecine benzetilebilir. Bilimde olduğu gibi bu basamakta öğrenciler de kendi arkadaşlarının raporlarını değerlendirmektedirler. Öğrencilerin değerlendirmeye ve değerlendirilmeye teşvik edilmesi ve sınıfta gizliliğin (blind-review) korunması için rumuz kullanılabilir. Bir raporun en az iki hakem tarafından değerlendirilmesi önerilmektedir. Bu basamakta araştırmacı veya öğretmen öğrencilerin yani hakemlerin, raporu yazan kişinin özellikleri yerine onun çalışmasına odaklanmasını sağlamak ve dönütlerini uygun bir dille araştırma sürecine atıfta bulunacak şekilde yapmasını sağlamaktır. Hakemlere genel değil özel ve kapsamlı dönütler vermeleri konusunda hatırlatmalar yapılmalıdır. Akran Değerlendirme Formu yazarın da hakemi değerlendirebileceği ve sonraki aşamada hakemin önerdiği düzeltmelerden hangilerini yapıp hangilerini yapmadığını açıklayabildiği bir bölüm içermektedir. Bu sayede yazar kadar değerlendirmeyi yapan hakem de yaptığı değerlendirmeden sorumlu tutulabilir.

#### **8. Basamak: Araştırma Raporlarını Düzenleyerek Tekrar Sunmak**

ATSA'nın son basamağında öğrenciler bir önceki basamakta arkadaşlarından aldıkları dönütler doğrultusunda raporlarına son hallerini verirler. Eğer öğrenci bir önceki basamakta arkadaşları tarafından "olduğu gibi kabul edilebilir" şeklinde değerlendirildiyse raporunu direk öğretmene teslim edebilir. Ancak düzenlenmeye ihtiyacı olan raporlar akran değerlendirmesi ile birlikte öğrenciye geri verilerek raporunu tekrar yazması istenir. Bu durumda öğretmen raporun tekrar düzenlenmiş halini değerlendirecektir. Öğretmenin bu raporu olduğu gibi kabul etmesi durumunda öğrenci araştırmasını tamamlamış olacaktır. Aksi durumda öğrenciden yeni bir düzeltme daha istenebilir (Sampson ve diğ. 2011).

#### **ATSA İle İlgili Yapılan Araştırmalar**

ATSA son yıllarda ABD'de ilköğretim, ortaöğretim ve lisans seviyesinde farklı derslerde gittikçe yaygınlaşarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmalarda öğrencilere bilimin temel kavram ve süreçlerini kullanarak sorgulayıcı araştırmalar yürütme fırsatı verilerek, onlarda bilimsel yazma, kavram öğrenimi gibi bilimin temelindeki bilgi, beceri ve anlayışlar geliştirilmeye çalışılmıştır. Örneğin Walker, Sampson, Grooms, Anderson ve Zimmerman (2012) Amerika'da bir kolejde 2008-2009 yıllarında 3 dönem boyunca Genel Kimya 1 laboratuvarını ATSA'ya göre düzenleyerek öğrencilerin başarılarını ve argümantasyon becerilerini ölçmüşlerdir. Çalışmanın sonucunda geleneksel yöntemin uygulandığı grup ile ATSA'nın uygulandığı grup arasında kavram öğrenimi açısından bir fark olmamasına rağmen; ATSA grubundaki öğrencilerin sonuçlarını daha iyi gerekçelendirdikleri bulunmuştur. Daha sonra yapılan açıklayıcı çalışmalarda ise araştırmacılar bir dizi ATSA etkinliğine katılan öğrencilerin temel kavramları anlama düzeylerinin geliştiğini ortaya koymuştur (Sampson ve diğ. 2013). Yürütülen çalışmalarda araştırmacılar öğrenme çıktılarını sadece kavram öğrenimi ve argümantasyon becerisi ile sınırlandırmamış, öğrencilerin yazma becerileri de ölçülmüştür (Sampson & Walker 2012). Uluslararası alanda yürütülen bu çalışmalara paralel olarak da

Türkiye’de benzer çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Örneğin Demircioğlu ve Uçar (2015) öğretmen adayları ile yürüttükleri deneysel çalışmada Genel Fizik Laboratuvarında ATSA’nın geleneksel fizik laboratuvarına kıyasla öğretmen adaylarının başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve argümantasyon seviyelerine ve eğilimlerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçları ATSA’nın katılımcıların başarıları, bilimsel süreç becerileri ve argümantasyon becerileri üzerinde geleneksel laboratuvarlara göre daha etkili olduğunu göstermiştir. Ancak araştırmacılar deney ve kontrol grubu öğrencilerinin argümantasyon eğilimleri arasında anlamlı bir fark bulamamıştır.

### **ATSA’nın Türkiye’deki Fen Bilimleri Dersleri Öğretim Programları İle Uyumluluğu**

Ortaöğretim fizik, kimya ve biyoloji dersleri öğretim programları incelendiğinde, bu programlarda yer alan bazı kazanımların ATSA’nın öğrencilerde geliştirmeye çalıştığı beceriler ile son derece uyumlu olduğu görülmektedir. Bu programları tamamlayan öğrencilerin bilim okuryazarı olarak yetişmelerinin hedeflediği programlarda özellikle belirtilmiştir (MEB 2013a; MEB 2013b; MEB 2013c; MEB 2013d). Bu bölümde her bir ders için öğretim programlarından ATSA’nın hedefleri ile uyumlu olduğu düşünülen hedefler ve örnek kazanımlar sunulacaktır.

#### ***Ortaöğretim Fizik, Kimya ve Biyoloji Dersleri Öğretim Programları ile uyumluluğu:***

Ortaöğretim fizik dersi programının en temel hedefi öğrencilerde bilimsel okuryazarlığı ve bilimsel süreç becerileri geliştirmek olarak ifade edilmiştir (MEB 2013a). Bahsedilen bilimsel süreç becerileri incelendiğinde (problem belirleme, hipotez geliştirme, araştırmayı tasarlama, deney yapma, veri toplama, verileri tablo ve grafik olarak düzenleme, verileri analiz etme, araştırma sürecini değerlendirme) bu becerilerin geliştirilmesi için ATSA’nın çok elverişli olduğu düşünülmektedir. Çünkü bu beceriler ATSA’da hedeflenen ve gerçekleştirilen becerilerle örtüşmektedir. Ayrıca programın aşağıda belirtilen amaçları yine ATSA etkinliklerinin uygulanması sırasında öğrencilere kazandırılabilir:

- Bilimsel sorgulamanın doğasını anlamak, bilimsel süreç becerilerini kullanarak bilimsel bilgi üretmek ve problem çözmek
- Bilimsel bilgi ve yöntemleri bir olayı açıklamak ve yeni durumlara uygulamak için kullanmak
- Delillere ve ispata dayanarak iddiaları gerekçelendirmek, değerlendirmek ve bilimsel bilgiyi paylaşmak (MEB 2013a, s. 1)

Ortaöğretim kimya temel düzey (9. ve 10. sınıf) ve ileri düzey (11. ve 12. sınıf) dersleri kazanımları incelendiğinde, bu kazanımların ATSA ile öğrencilerde geliştirilmeye çalışılan bilgi, beceri, tutum ve değerlerle paralellik gösterdiği görülmektedir (MEB 2013b). Aşağıda programda yer alan ve bu paralellığe işaret eden bazı örnek kazanımlar verilmiştir.

- Bilimin sınanabilir, sorgulanabilir, delillerle doğrulanabilir ya da yanlışlanabilir bir yapısı olduğunu anlar.
- Bir hipotez kurar; hipotezini desteklemek ya da reddetmek amacıyla değişkenleri belirler, deney yapar ve sonuçları açık olarak ifade eder.
- Farklı fikirleri dikkatle dinler, kendini ifade eder, genel kabul görür temellere dayanarak talep ve iddia öne sürer.
- (MEB 2013b, s. 2)

Ortaöğretim biyoloji dersi programı da tıpkı fizik ve kimya dersi programları gibi bilimsel okuryazarlığı dikkate almış ve bunu “bireylerin bilim hakkındaki anlayışlarının toplumda bilim ve teknolojiyi ilgilendiren konularda tartışmalara katılabilecek ve bilinçli kararlar verebilecek şekilde geliştirilmesine” bağlamıştır (MEB 2013c, s. 1). Ayrıca bu programda öğrenme “bireyin aktif olarak katıldığı, mevcut bilgi yapısının öğrenmede önemli rol oynadığı, sorgulama ve araştırmanın esas olduğu, diğer öğrenciler, öğretmen ve çevre ile etkileşim içinde gerçekleşen, öğrenilen bilginin gerçek ortamlara transferinin hedef alındığı bir süreç” olarak tanımlanmıştır. Bu tanımda vurgu yapılan aktif öğrenme, sosyal etkileşim, sorgulama ve araştırma gibi kavramlar ATSA’nın doğası ile oldukça uyumludur. Son olarak bu programda ölçme değerlendirme süreci öğrenmenin bir parçası olarak tanımlanmış ve bu süreçte geri bildirimlerin önemi vurgulanmıştır (MEB 2013c). Bu açıdan bakıldığında da ATSA’nın rapor yazma ve akran değerlendirme basamakları programın ölçme-değerlendirme anlayışı ile son derece uyumludur.

### ***Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ile Uyumluluğu:***

Fen bilimleri dersi öğretim programının temel amacı “Tüm öğrencileri fen okuryazarı bireyler olarak yetiştirmek” olarak tanımlanmıştır (MEB 2013d, s. I). Programda fen okuryazarı bireylerle ilişkilendirilen beceriler ise şunlardır; Araştıran-sorgulayan, etkili kararlar verebilen, problem çözebilen, kendine güvenen, işbirliğine açık, etkili iletişim kurabilen. Programda ayrıca fen okuryazarı bireylerin bilgiyi araştıran, sorgulayan ve bilimsel bilgilerin zamanla değişebileceğini kendi akıl gücü, yaratıcı düşünme ve yaptığı araştırmalar sonucunda farkedilen bireyler olduğu vurgulanmış ve bu becerilerin ATSA ile kazandırılmak istenen becerilerle birebir örtüştüğü görülmüştür. Fen bilimleri dersi öğretim programında temel alınan yöntem ise araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yöntemidir. Bu yöntemle sadece keşfetme ve deneyin değil, aynı zamanda açıklama ve argüman oluşturma sürecinin de ifade edilmek istendiği programda özellikle vurgulanmıştır. Programda, öğretmenin ve öğrencilerin, ATSA ile paralellik taşıyan rolleri ise şu şekilde ifade edilmektedir; “Öğretmenler, öğrencilerinin fikirlerini rahatça ifade edebildikleri, düşüncelerini farklı gerekçelerle destekleyebildikleri ve arkadaşlarının iddialarını çürütmek amacıyla karşıt argümanlar geliştirebildikleri diyaloglar içerisinde yer almalarını sağlar. Karşıt argümanları içeren yazılı veya sözlü tartışmalarda öğretmenler, öğrencilerinin geçerli verilere dayalı oluşturdukları iddiaları, haklı gerekçelerle sundukları tartışmalarda yönlendirici ve rehber rolü üstlenir.” (MEB 2013d, s. III). Programdaki ifadelerden de anlaşılacağı gibi, fen bilimleri dersi öğretim

programının benimsediği temel yöntemin, argüman temelli sorgulayıcı araştırma yani ATSA olduğu görülmektedir.

## SONUÇ

Bu makale, Argümantasyon Temelli Sorgulayıcı Araştırma (ATSA)'nın fen eğitimindeki rolü ve önemini ortaya koymayı hedeflemiştir. Bu kapsamda ATSA'nın basamakları ayrıntılı olarak açıklanmış, bazı örnekler verilmiş ve öğretim programları ile uyumu tartışılmıştır. ATSA, öğrencilerin bilimsel kavramları ve süreçleri anlamlı bir şekilde anlamalarına önemli katkı sağlayan etkili bir laboratuvar uygulaması olarak önerilmiştir (Sampson & Walker, 2012; Sampson ve diğ. 2013). Laboratuvarda uygulanan ATSA yöntemi sayesinde öğrencilerin laboratuvarda yaptıkları tüm etkinliklerle ilgili farkındalıklarının artması, böylece bilimin ne olduğu ve bilimsel süreçlerin nasıl gerçekleştirildiği hakkında anlamlı sonuçlara ulaşmaları sağlanabilir. ATSA'nın diğer laboratuvar uygulamalarına kıyasla güçlü olan yanı öğrencilerin sadece bilimsel süreç becerilerini değil aynı zamanda iddialarını gerekçelendirerek güçlü argüman oluşturma becerilerini de geliştirmeyi hedeflemesidir. Bu yönüyle ATSA öğrencilerin bilimsel kavramları öğrenmelerine de önemli bir katkı sağlamaktadır (Demircioğlu & Uçar 2015; Sampson ve diğ. 2013, Walker ve diğ. 2012).

Sampson ve diğ. (2013) ATSA'nın basamaklarını şu şekilde belirlemişlerdir: araştırma sorusunun belirlenmesi; araştırma sorusuna çözüm olabilecek uygun yöntemin kararlaştırılması, veri toplama yöntemlerinin belirlenmesi ve verilerin toplanması; verilerin analiz edilmesi ve geçici argüman üretilmesi; argümantasyon; açık ve yansıtıcı tartışma; araştırma raporu yazılması; akran değerlendirmesi; araştırma raporunun düzenlenerek tekrar sunulması. Bu basamakların her birindeki süreç ayrıntılı incelendiğinde bunların Türkiye'deki Fizik, Kimya ve Biyoloji dersi öğretim programlarındaki birçok kazanımla (MEB 2013) hem öğrenme ve öğretme hem de ölçme değerlendirme süreci açısından uyumlu olduğu gözlenmektedir. Bu uyum göz önüne alındığında, ATSA'nın tüm fen içerikli dersler için etkinliklerin geliştirilmesinde potansiyel bir kaynak olduğu söylenebilir. Bu yüzden, fen derslerine yönelik olarak çeşitli ATSA etkinliklerinin geliştirilmesi ve bu etkinliklerin öğrencilerin bilimsel kavramları anlamalarına ve argüman kalitelerine etkisinin incelenmesi gelecekte yapılabilecek araştırmalar olarak önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Aydoğdu, B. ve Ergin, Ö. (2008). Fen ve Teknoloji Dersinde Kullanılan Farklı Deney Tekniklerinin Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerine Etkileri. *Ege Eğitim Dergisi*, (9) 2, 15-36.
- Azizoğlu, N. ve Uzuntiryaki, E. (2006). Kimya laboratuvarı endişe ölçeği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 55-62.
- Bağcı Kılıç, G., Yardımcı, E., ve Metin, D. (2011). Ön ve son-laboratuvar tartışması eklenmiş yönlendirilmiş araştırmanın bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesine

- etkisi. *E-Journal of New World Sciences Academy Educational Sciences*, 6(1), 386-393.
- Baird, J. R. (1990). Metacognition, purposeful enquiry and conceptual change. In E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The Student Laboratory and the Science Curriculum* (pp. 183-200). London: Routledge.
- Bilen, K. (2009). *Tahmin et-gözle-açıkla yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının kavramsal başarılarına, bilimsel süreç becerilerine, tutumlarına ve bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisi*. Unpublished doctoral dissertation, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Bilen, K. ve Aydoğdu, M. (2010). Fen Bilgisi öğretmen adaylarına bitkilerde fotosentez ve solunum kavramlarını öğretmede TGA (Tahmin Et-Gözle-Açıkla) stratejisinin kullanımı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(14), 179-194.
- Bybee, R. (2000). Teaching science as inquiry. In J. Minstrel & E. H. Van Zee (Eds.), *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science* (pp. 20-46). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science (AAAS).
- Çepni, S., Akdeniz, A. R. ve Ayas, A. (1994). Fen bilimleri eğitiminde laboratuvarın yeri ve önemi. *III. Çağdaş Eğitim Dergisi*, 206, 24-28.
- Demircioğlu, T. ve Uçar, S. (2015). Investigating the Effect of Argument-Driven Inquiry in Laboratory Instruction. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15(1), 267-283.
- Demirtaş, B. (2006). *Kimya deneylerinde V diyagramları ile öğretim etkinliğinin incelenmesi*. Unpublished master dissertation, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Durmuş, A. (2014). *TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının "Isı ve Sıcaklık" konusunu anlamalarına etkisi*. Unpublished master dissertation, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38, 39-72.
- Güneş, M. H., Şener, N., Topal Germi, N. ve Can, N. (2013). Fen ve teknoloji dersinde laboratuvar kullanımına yönelik öğretmen ve öğrenci değerlendirmeleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 1-11.
- Grooms, J., Sampson, V., and Golden, B. (2014). Comparing the effectiveness of verification and inquiry laboratories in supporting undergraduate science students in constructing arguments around socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, 36(9), 1412-1433.
- Gunstone, R. F. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In B. E. Woolnough (Ed.), *Practical Science* (pp. 67-77). Milton Keynes: Open University Press.
- Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education; thirty years of experience with developments, implementation and research. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 247-264.
- Hofstein, A. & Lunetta, V.N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52, 201-217.
- Hofstein, A. & Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: The state of the art. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 8 (2), 105-107.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. (2003). The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century, *Science Education*, 88, 28-53.
- Kanlı, U. ve Yağbasan, R. (2008). 7E Modeli Merkezli Laboratuvar Yaklaşımının Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerini Geliştirmedeki Yeterliliği. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28 (1), 91-125.
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A. & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific



- inquiry-The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *J. Res. Sci. Teach.*, 51: 65–83. doi: 10.1002/tea.21125
- Lederman, N.G. (2007) Nature of science: past, present, and future. In Abell, S. K., Lederman, N. G. (Eds), *Handbook of Research on Science Education*, pp. 831-879. London, Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N.G., Abd-El-Khalick,F., Bell, R.L. & Schwartz, R.S. (2002) Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N.G., Lederman, J.S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138-147.
- Lunetta V. N., Hofstein, A., & Clough M. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. In Abell, S. K., Lederman, N. G. (Eds), *Handbook of Research on Science Education*, pp. 393-441. London, Lawrence Erlbaum Associates.
- McComas, W., Clough, M. & Almazroa, H., (1998). The role and character of the nature of science in science education. In W. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*, Pp.3-39. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013a). Fizik Dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) Öğretim Programı
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013b). Kimya Dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) Öğretim Programı
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013c). Biyoloji Dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) Öğretim Programı
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013d). Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı
- Nakiboğlu, C. ve Meriç, G. (2000). Genel kimya laboratuvarlarında V-diyagramı kullanımı ve uygulamaları. *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1), 58-75.
- Nakiboglu, C. ve Sarıkaya, S. (1999). Ortaöğretim kurumlarında kimya derslerinde görevli öğretmenlerin laboratuvarından yararlanma durumunun değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 395-405.
- National Research Council. (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.
- Pabuçcu, A. ve Geban, Ö. (2015). 5E öğrenme döngüsüne göre düzenlenmiş uygulamaların Asit-baz konusundaki kavram yanlışlarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15 (1), 191-206.
- Roth, W. M. (1994). Experimenting in a constructivist high school physics laboratory. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 197-223.
- 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.
- 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., Enderle, P., Gleim, L., Grooms, J., Hester, M., Southerland, S., & Wilson, K. (2014). *Argument-driven inquiry in biology : Lab investigations for grades 9-12*. National Science Teachers Association Press, Arlington, Virginia.
- 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.
- Tobin K.G. (1990). Research on science laboratory activities; in pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90, 403-418.
- Uluçınar, Ş., Cansaran, A., ve Karaca, A. (2004). Fen bilimleri laboratuvar uygulamalarının değerlendirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(4), 465-475.
- Walker, J., Sampson, V., and Zimmerman, C. (2011). Argument-Driven Inquiry: An introduction to a new instructional model for use in undergraduate chemistry labs. *Journal of Chemical Education*, 88(8), 1048-1056.
- Walker, J., Sampson, V., Grooms, J., Anderson, B., & Zimmerman, C. (2012). Argument-Driven Inquiry in undergraduate chemistry labs: The impact on students' conceptual understanding, argument skills, and attitudes towards science. *Journal of College Science Teaching*, 41(4), 82-89.
- Walker, J. and Sampson, V. (2013). Learning to argue and arguing to learn in science: Argument-Driven Inquiry as a way to help undergraduate chemistry students learn how to construct arguments and engage in argumentation during a laboratory course. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(50), 561-596
- Yahşi, D., (2006). *Farklı laboratuvar yaklaşımlarının ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin asit-baz konularındaki kavramları anlamalarına ve kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Yung, B. H. W. (2001). Three views of fairness in a school-based assessment scheme of practical work in biology. *International Journal of Science Education*, 23, 985-1005.

## SUMMARY

The main aims of science education can be defined as to develop students' understanding of basic scientific knowledge, scientific thinking, problem solving skills, beliefs about nature of science and their motivation toward learning science (Lunetta, Hofstein & Clough 2007). Science labs are the most efficient way to achieve these goals. Science laboratories are the environment where students are introduced basic conceptual and procedural knowledge of science (Bybee 2000; NRC 1996). Baird (1990) emphasized that science laboratories should be designed as student-centered environments rather than teacher-centered ones.

This study aims to introduce a new approach to science laboratories namely Argument Driven Inquiry (ADI). To this end, firstly we present the 8 stages of ADI and then we try to exemplify how these steps can be conducted in science laboratories in the light of our one semester application.

Argument-driven inquiry consists of eight stages which help students develop science proficiency.

### ***Stage 1. Identify the task and the guiding question***

The aim of this stage is to direct students' interests toward subject being investigated and is to encourage them to plan and implement a scientific research by providing them guiding question. In this stage, the teacher introduces physical and functional features of the materials that could be used in investigation. For this reason, this stage is called "tool talk".

### ***Stage 2. Design a method and collect data***

In second stage, the students are encouraged and guided to design a method that could help them to answer their research question. This method guides the way how they collect data and analyze it. The students collect data by working in a team including 3-4 students in this stage.

### ***Stage 3. Analyze the data and develop a tentative argument***

The task of the students in this stage is to make a tentative explanation by analyzing their collected data. For this reason, they develop an argument including their claim, evidence and justification that could be provide a solution to their research question.

### ***Stage 4. Argumentation session***

The aim of this stage both is to give students an opportunity to share their argument with their friends and is to give students an opportunity to critique other arguments in an interactive learning environment. By this way, the students get opportunity to improve their argument by taking other students' advices.

### ***Stage 5. Explicit and reflective discussion***

The aim of this stage is to explicitly argue core concepts about the subject being investigated, science, nature of science and scientific knowledge, and nature of scientific inquiry in a whole group discussion and is to provide learning environment in which the students reflect their experiences or understandings freely.

**Stage 6. Write an investigation report**

The task of the students in this stage is to write an investigation report individually. The report should include information about the goal of the investigation, the method of the investigation (data collection, analysis), and their final argument about the research question.

**Stage 7. Double-blind group peer review**

In this stage of ADI, the students review investigation reports of their friends like a referee. They provide feedback to their friends and give advices which help students to improve their arguments.

**Stage 8. Revision and submission of the report**

Having taken feedback from their friends, the students might revise their investigation report and might submit their final report to the teacher.

**Studies Related to ADI**

There are number of studies conducted to examine the effectiveness of ADI instruction all around the world especially in USA. In these studies researchers aimed to develop students' knowledge, skills and views of science through the activities based on inquiry. For instance, Walker, Sampson, Grooms, Zimmerman and Anderson (2012) conducted a study to investigate the effect of ADI on students' science achievement and argumentation skills. The results of the study showed that although there is no statistical difference in control and experimental group students' science achievement, the ADI group students can use more warrants to justify their results. Moreover, some of the explanatory studies showed that students' content knowledge increased at the end of a series of ADI instruction (Sampson et al. 2013). In parallel with these international studies, some similar studies are conducted in Turkey (Demircioglu & Ucar, 2015).

**Compatibility of ADI with Science Curriculums in Turkey**

As the secondary school physics, chemistry and biology curriculums were investigated it can be seen that ADI model is very compatible with the general views and objectives of them. Specifically, it is aimed in these curriculums that each students should become scientifically literate when they will finish the programs (MEB 2013a; MEB 2013b; MEB 2013c). ADI have several steps to accomplish this very broad aim.

This study aims to reveal the importance of ADI in science education. To this extent, the stages of ADI are detail explained, some examples from applications are provided and compatibility with science curriculums is discussed. ADI provides students an opportunity to engage in meaningful science learning by pursuing scientific problems, designing investigations, and communicating and critiquing results. So, it is recommended that variety of ADI activities should be developed to engage students with scientific enterprise.