



## Araştırma-Sorgulamaya ve Argümantasyona Dayalı Öğretimin Argümantasyon, Araştırma-Sorgulama ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi

Emrah HİÇDE<sup>1</sup> ve Hilal AKTAMIŞ<sup>2</sup>

• *Geliş Tarihi:* 14.02.2022 • *Kabul Tarihi:* 23.03.2023 • *Yayın Tarihi:* 05.09.2023

### Öz

Bu araştırmada argümantasyon temelli ve araştırma-sorgulama temelli fen öğretiminin lisans öğrencilerinin argümantasyon becerileri, araştırma-sorgulama becerileri ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmanın amacına yönelik bağımsız değişkenlerin (argümantasyon ve araştırma-sorgulama temelli etkinlikler), bağımlı değişkenler (argümantasyon becerisi, araştırma-sorgulama becerisi ve bilimsel süreç becerisi) üzerindeki etkisini incelemek için karşıt dengeleme deneysel deseninden yararlanılmıştır. Çalışmaya fen öğretimi laboratuvar uygulamaları dersini alan fen bilgisi öğretmenliği anabilim dalında okuyan 48 öğrenci katılmıştır. Deney ve kontrol grubu üzerinde etkisi incelenmek istenen argümantasyon ve araştırma-sorgulama temelli fen öğretimi uygulaması, sıralama etkisini kontrol etmek ve her iki grup üzerinde de eşit şartlar oluşturabilmek için karşıt dengeleme (counterbalanced design) kullanılarak uygulanmıştır. Toplanan verilerin analizi için t-testi ve tek faktörlü ANOVA testinden yararlanılmıştır. Çalışma sonucunda uygulamaların gerçekleştirilme sırasına ve grubuna bakılmaksızın yalnızca argümantasyon etkinliklerinin argümantasyon becerilerini, araştırma-sorgulama etkinliklerinin de araştırma-sorgulama becerilerini istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştırdığı bulunmuştur. Bilimsel süreç becerilerinin ise uygulama sırasına bakılmaksızın hem argümantasyon hem de araştırma-sorgulama temelli etkinliklerden sonra istatistiksel olarak arttığı belirlenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** argümantasyon, bilimsel süreç becerileri, fen öğretimi, araştırma-sorgulama

<sup>1</sup>Doç. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, <https://orcid.org/0000-0002-4692-5119>, [emrah.higde@adu.edu.tr](mailto:emrah.higde@adu.edu.tr) (Sorumlu yazar)

<sup>2</sup> Prof. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, <https://orcid.org/0000-0003-0717-5770>, [hilalaktamis@gmail.com](mailto:hilalaktamis@gmail.com)

### Atıf:

Higde, E. ve Aktamış, H. (2023). Araştırma-sorgulamaya ve argümantasyona dayalı öğretimin argümantasyon, araştırma-sorgulama ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 59, 160-175. <https://doi.org/10.9779/pauefd.1073144>

## Giriş

Fen ve teknolojideki gelişmeler diğer alanları etkilediği gibi fen eğitimi alanını da etkilemiştir. Bu nedenle, ülkeler fen bilimleri dersini geliştirmeye ve gerekli bilgilere ulaşabilen, yeni edindiği bilgileri deneyimlere dayalı olarak yorumlayan ve problem çözme becerisine sahip bireyler yetiştirmeyi mümkün kılmaya çalışmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018; National Research Council [NRC], 2000). Öğretim programları, fen okuryazarı kişiler yetiştirmek için araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim yöntemi birincil öğrenme ve öğretme yöntemi olarak kullanılmaktadır. Benzer şekilde, Ulusal Araştırma Konseyi (NRC) bir dizi standart yayınlamış ve araştırma-sorgulamanın fen öğretiminin temeli olduğunu bildirmiştir (NRC, 2000). Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yöntemi, öğrencilerin yakın çevrelerindeki her şeyi keşfettikleri, kendilerini çevreleyen doğal ve fiziksel dünya hakkında güçlü gerekçelere dayalı güçlü argümanlar geliştirdikleri, bilimin öneminin farkında olan bireyler haline geldikleri, yapma, yaşama ve düşünme ile ilgili bilgileri yapılandırdıkları öğrenci merkezli bir yöntemdir (MEB, 2018; Wood, 2003).

Ulusal Araştırma Konseyi (2000) araştırma-sorgulama yoluyla fen öğretiminin beş ana özelliğini kısaca özetlemiştir (NRC, 2000; Tatar, 2006);

1. Öğrenciler bilimsel yönelimli sorularla meşgul olurlar.
2. Öğrenciler, bilimsel olarak yönlendirilmiş soruları ele alan açıklamaları geliştirmelerine ve değerlendirmelerine olanak tanıyan kanıtlara öncelik verir.
3. Öğrenciler, bilimsel olarak yönlendirilmiş soruları ele almak için kanıtlardan açıklamalar formüle ederler.
4. Öğrenciler açıklamalarını, özellikle bilimsel anlayışı yansıtan alternatif açıklamalar ışığında değerlendirirler.
5. Öğrenciler, önerilen açıklamalarını iletir ve gerekçelendirir.

Araştırma-sorgulama temelli fen öğretiminin yanında fen okuryazarlığının gelişiminde önemli yer tutan diğer bir yöntem olarak karşımıza argümantasyon temelli fen eğitimi çıkmaktadır. Fen eğitimcilerinin çoğu argümantasyon temelli öğretimi bilimsel düşünmeyi sağlaması ve fen okuryazarlığını geliştirmesi açısından etkili bir yöntem olarak görmektedir (Erduran ve Jiménez-Aleixandre, 2007; Jiménez-Aleixandre ve Erduran, 2007). Argümantasyon alan yazında ilk olarak Toulmin modeli olarak tanıtılmıştır. Bu modelde, argümantasyon bilimsel olarak akıl yürütmenin bir parçası olarak görülmektedir. Argümantasyon iddiaların kanıtlar ve gerekçelerle desteklendiği, bilginin doğrulandığı ve kanıtlandığı bir süreçtir (Jiménez-Aleixandre ve Erduran, 2007; Toulmin, 2003). Walton (2006) ise argümantasyonu delillerin iddiaları desteklemek için öne sürüldüğü bir süreç olarak görmektedir. Argümantasyon süreci genel olarak ele alındığında bir konu hakkında farklı fikirlerin öne sürüldüğü, bu fikirleri desteklemek için farklı görüşlerin ifade edildiği ve karşıt görüşlerin ele alındığı bir süreçtir (Driver vd., 2000). Argümantasyon etkinlikleri sözlü ve yazılı olarak gerçekleştirilebilir. Sözlü olarak gerçekleştirilen argümantasyon etkinlikleri genellikle sınıf ortamında öğrenci-öğrenci veya öğretmen-öğrenci arasında gerçekleşmektedir. Sözlü argümantasyonun öne çıkan özelliklerinden birisi de öğrencilerin konu üzerine fikir üretme ve sunmaları sayesinde kalıcı ve etkili bir öğrenme sağlamasıdır (Erduran vd., 2004). Yazılı argümantasyonda ise bireyler kendi fikir ve düşüncelerini yazılı olarak öne sürmektedir. Yazılı argümantasyonun öne çıkan özelliklerinden birisi de fen ile ilgili anlaşılması zor konuların daha kolay ve hızlı şekilde anlaşılmasına imkân sağlamasıdır (Driver vd., 2000). Argümantasyona dayalı etkinlikler genel olarak bireylerin bilimsel olarak yazma ve sözel olarak ifade etme becerilerine yönelik olumlu katkı sunmaktadır (Günel vd.,

2009). Bu etkinliklere katılan bireylerin etkinlik süresince düşünsel faaliyetlerinin üst seviyede olduğu görülmektedir. Ayrıca, öğrencilerin bilimsel fikirleri ve düşünceleri anlayabilmesi için argümantasyon etkinliklerine katılmaları önemlidir (Driver vd., 2000). Argümantasyon temelli etkinlikler öğrencileri sorular sormaya yönelerek bilgi edinmesini sağlamaktadır. Öğrenciler argümantasyon sürecinde iddialar oluşturur, bu iddialara yönelik deliller toplarlar ve öğrenme ortamındaki arkadaşları ile edindikleri bilgileri paylaşırlar (Erduran vd., 2004). Argümantasyonun uygulanması sürecinde farklı bakış açıları ele alınır ve değerlendirilir, kavram yanlışları ve eksiklikler giderilir, fen kavramları derinlemesine incelenerek anlamlı ve kalıcı öğrenme sağlanır (Driver vd., 2000). Zihinsel düşünme becerilerinin üst düzeyde kullanıldığı argümantasyon süreci öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini de olumlu yönde etkilemektedir (Günel vd., 2010).

Araştırma-sorgulama temelli öğretimin bilimsel düşünme becerisi (Yıldırım ve Can, 2018), bilimsel süreç becerisi (Arı vd., 2017; Şen ve Vekli, 2016; Şimşek ve Kabapınar, 2010; Tatar, 2006), araştırma-sorgulama becerisi (Balım ve Taşkoyan, 2007) ve araştırma-sorgulama becerisi (Yıldırım ve Can, 2018) üzerine olan etkisini araştıran çalışmalar vardır. Benzer şekilde argümantasyon temelli öğretimin argüman kurma becerisi (Zohar ve Nemet, 2002), bilimsel süreç becerisi (Aslan, 2016), araştırma-sorgulama becerisi (Yıldırım ve Can, 2018) üzerine olumlu etkileri olduğu alan yazında yapılan çalışmalarda görülmektedir. Hem araştırma-sorgulama hem argümantasyon temelli fen öğretim yönteminin fen eğitiminde kullanımına ilişkin hem ulusal hem de uluslararası araştırmalar bulunmaktadır (Aslan, 2016; Ecevit ve Kaptan, 2019; Karakuş ve Yalçın, 2016; Septyastuti vd., 2021; Zohar ve Nemet, 2002). Ancak bu çalışmalarda fen eğitiminde araştırma-sorgulama ve argümantasyon temelli fen öğretimi yöntemi üzerinde önemli etkileri olan değişkenler arasındaki ilişkiler genel olarak tam olarak ortaya konamamıştır (Demircioğlu ve Ucar, 2012; Nazlı, 2019; Sampson vd., 2010). Ek olarak, araştırma-sorgulamaya ve argümantasyona dayalı fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, araştırma-sorgulama becerileri ve argümantasyon becerileri üzerinde etkisini inceleyen çalışmalara bakıldığında farklı sonuçların olduğu görülmektedir. Bu nedenle karşılaştırmalı bir çalışmanın yapılmasına ve argümantasyon ve araştırma-sorgulamaya dayalı fen öğretiminin aynı öğrenciler üzerindeki etkinliğinin karşılaştırılmasına ihtiyaç vardır. Hem argümantasyon ve araştırma-sorgulama temelli fen öğretiminin birlikte sırayla uygulanması hem de karşıt dengeleme (counterbalanced) yapılarak aynı öğrenciler üzerindeki görece olarak uygulamaların etkisinin incelenmesi açısından çalışmanın özgün olduğu söylenebilir.

Bu çalışmanın amacı argümantasyon temelli ve araştırma-sorgulama temelli etkinliklerin lisans öğrencilerinin argümantasyon becerileri, araştırma-sorgulama becerileri ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini belirlemektir.

1. Karşıt dengeleme deseni kullanılarak uygulanan argümantasyon tabanlı ve araştırma-sorgulamaya dayalı öğretimin fen bilimleri öğretmen adaylarının argümantasyon becerileri üzerine etkisi nedir?
2. Karşıt dengeleme deseni kullanılarak uygulanan argümantasyon tabanlı ve araştırma-sorgulamaya dayalı öğretimin fen bilimleri öğretmen adaylarının araştırma-sorgulama becerileri üzerine etkisi nedir?
3. Karşıt dengeleme deseni kullanılarak uygulanan argümantasyon tabanlı ve araştırma-sorgulamaya dayalı öğretimin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi nedir?

## Yöntem

Bu çalışmada argümantasyon ve araştırma-sorgulama temelli etkinliklerine katılan öğrencilerin argümantasyon becerileri, araştırma-sorgulama becerileri ve bilimsel süreç becerilerindeki değişimin araştırılması için nicel araştırma metodolojilerinden gerçek deneysel desen kullanılmıştır (Karasar, 2007). Yapılan bu çalışmada, bağımsız değişkenlerin (argümantasyon ve araştırma-sorgulama temelli etkinlikler) bağımlı değişkenler (argümantasyon becerisi, araştırma-sorgulama becerisi ve bilimsel süreç becerisi) üzerindeki etkisini incelemek için karşıt dengeleme deneysel deseninden faydalanılmıştır. Deneysel uygulamaların etkisini belirlemek amacıyla deney grubuna argümantasyon temelli etkinlikler uygulanırken kontrol grubuna araştırma-sorgulama temelli etkinlikler uygulanmıştır. Deney ve kontrol grupları üzerinde sıralama etkisini kontrol etmek için her iki grup üzerinde de eşit şartlar oluşturabilmek için karşıt dengeleme (counterbalanced design) deseni kullanılmıştır (Gould, 2002). Deney ve kontrol grupları üzerinde etki olasılığı olan uygulamadan kaynaklı farklılık, motivasyon, yorgunluk gibi dış faktörleri kontrol etmek için deney ve kontrol grupları eşit zaman aralığında yer değiştirilmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1**

### Uygulama Süreci

Gruplar	Öntest	Uygulama	Aratest	Uygulama	Sontest
Deney	Arg1	Argümantasyon temelli etkinlikler	Arg2	Araştırma-Sorgulama temelli etkinlikler	Arg3
	Sorg1		Sorg2		Sorg3
	BSB1		BSB2		BSB3
Kontrol	Arg1	Araştırma-Sorgulama temelli etkinlikler	Arg2	Argümantasyon temelli etkinlikler	Arg3
	Sorg1		Sorg2		Sorg3
	BSB1		BSB2		BSB3

Tablo 1 incelendiğinde ölçek isimlerinin yanındaki “1” rakamı ilk yapılan ön testleri, “2” rakamı ilk uygulamalardan sonra yapılan ara testleri, “3” rakamı ise ikinci uygulamalardan sonraki son testi temsil etmektedir.

### Çalışma Grubu

Bu çalışmaya bir devlet üniversitesinde eğitim fakültesinin fen bilgisi öğretmenliği anabilim dalında fen öğretimi laboratuvar uygulamaları dersine kayıtlı üçüncü sınıfta öğrenim görmekte olan 48 öğrenci katılmıştır. Deney ve kontrol grubuna öğrencilerin seçimi seçkisiz atama ile yapılmıştır. Her iki grupta da 24 öğrenci bulunmaktadır. Her iki grupta da 6 erkek 18 kadın öğrenci bulunmaktadır. Çalışmaya başlamadan önce deney ve kontrol grubundaki katılımcıların argümantasyon becerisi, araştırma-sorgulama becerisi ve bilimsel süreç becerisi seviyeleri açısından denk gruplar olduklarına karar vermek için gerçekleştirilen bağımsız gruplar t-testi sonuçları aşağıda verilmiştir (Tablo 2). Çalışma öncesinde deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin argümantasyon becerisi, araştırma-sorgulama becerisi ve bilimsel süreç becerisi açısından denk gruplar oldukları varsayılmıştır.

**Tablo 2**

### Argümantasyon, Araştırma-Sorgulama ve Bilimsel Süreç Becerileri Ön-test Puanlarına Ait Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları

Ölçümler	Gruplar	N	$\bar{X}$	SD	DF	t	p
Argümantasyon1	Deney	24	25,583	4,010	46	,756	,454
	Kontrol	24	24,792	3,203			
Araştırma-Sorgulama1	Deney	24	41,000	5,501	46	-,374	,710
	Kontrol	24	41,583	5,315			
BSB1	Deney	24	44,125	6,583	46	1,502	,140

## Veri Toplama Araçları

### *Bilimsel Argümantasyon Testi*

Ulusal Bilim Kurumu (NSF) tarafından desteklenen bir proje kapsamında öğrencilerin bilimsel argümantasyona yönelik bilgi ve becerilerini belirlemek için geliştirilmiştir (Frey vd., 2015). Toulmin (2003) bilimsel argümantasyon modeli kullanılarak öğrencilerin iddia, görüş, gerçek, veri, otorite, teori, mantık, niteleyici, çürütücü ve gerekçelendirme arasındaki farkları ayırt etme yeteneğini ölçen bir testtir. Test çoktan seçmeli 36 maddeden oluşmaktadır. Türkçe bilimsel argümantasyon testi Hiçde ve Aktamış (2018) tarafından uyarlanarak 222 lisans öğrencisine uygulanmış ve güvenilirlik için KR-20 değeri 0,78, test maddelerine ait ayırt edicilik indeksi 0,21- 0,60 değerleri arasında, madde güçlük değerleri 0,31- 0,85 değerleri arasında değişmektedir.

### *Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği*

Aktamış ve Şahin Pekmez (2011)'in geliştirdiği ölçek alan yazında bulunan ulusal ve uluslararası ölçekler temel alınarak geliştirildiği için bilimsel süreç becerilerini ölçme amacıyla farklı tiplerde soruları içermektedir. Bu ölçekteki başka kaynaklardan alınan sorular orijinal halindeki sorular gibi değerlendirmeye tabi tutulmuştur (Osborne ve Ratcliffe, 2002). Problem kurma; hipotez, tahmin, gözlem, teori ve açıklamayı ayırt etme; değişkenleri belirleyerek güvenilir ve geçerli ölçme gerçekleştirme; verilere dayalı tablo ve grafik oluşturarak okuyabilme; sonuca ulaşma gibi bilimsel süreç becerilerini ölçen açık uçlu ve çoktan seçmeli sorular kullanılmıştır. Ölçek çoktan seçmeli 16 maddeden oluşmaktadır. Güvenirlik için KR-20 değeri 0,81, test maddelerine ait ayırt edicilik indeksi 0,2 değerinden yüksek değerlere sahiptir.

### *Fen'e Yönelik Araştırma-Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Becerileri Algısı Ölçeği*

Bu ölçek araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme becerilerini ölçmek için geliştirilmiştir (Balım ve Taşkoyan, 2007). Ölçek üzerinde yapılan güvenilirlik analiz sonucu Cronbach Alfa güvenilirlik değeri 0,84 olarak bulunmuştur. Bu ölçek olumsuz, olumlu ve doğruluğu sorgulayan algılar olmak üzere üç alt boyut ve 22 madde içermektedir. Ölçeğin alt boyutlarına ilişkin Cronbach Alfa güvenilirlik değerleri sırasıyla 0,73, 0,67 ve 0,71 olarak bulunmuştur. Ölçek 5'li Likert tipinde bir ölçektir.

### **Uygulama süreci**

Argümantasyon temelli etkinlikler uygulanmadan önce argümantasyonun ne olduğu, fen eğitiminde nasıl kullanıldığı ve argümantasyon modelinin nasıl kullanıldığı örnek etkinlikler kullanılarak açıklanmıştır. Genel açıklamalar ve bilgilendirmelerden sonra deneyler ve deneylerde argümantasyon kullanımına yönelik örnek etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler aldıkları öğretim ve örnek etkinlikler sonunda kendi argümantasyon etkinliklerini hazırlamışlar ve sınıfta arkadaşlarına sunarak uygulamışlardır. Sınıftan ve öğretmenlerinden aldıkları düzeltmeler ile argümantasyon hakkında eksikliklerini gidermişlerdir. Etkinliklerin geliştirilmesi ve uygulanması sürecinde öğrenciler genellikle dörder kişilik gruplar halinde çalışmış ve sunumu birlikte gerçekleştirmişlerdir. Örnek etkinlik aşağıda Şekil 1'de verilmiştir. Her grup için iki ders saati ve bir hafta hazırlanma süreci verilmiştir. Çalışma yedi hafta süresince dokuz argümantasyon tekniğinin uygulandığı dokuz etkinlik uygulanmıştır. Argümantasyon teknikleri olarak ifadeler tablosu, argüman oluşturma, argümanları değerlendirme, kanıt kullanımı, kanıtları değerlendirme, kavram karikatürü, tahmin et-gözle-açıkla, vee diyagramı ve yarışan teoriler teknikleri kullanılmıştır.

**Şekil 1***Fiziksel Değişim ile İlgili Örnek Argümantasyon Etkinlik Yaprağı***YARIŞAN TEORİLER**

	
<p>Fiziksel değişimler, maddenin dış yapısında gerçekleşir. Maddenin dış görünüşü değişir. Geri döndürülmesi olanaklı değişimlerdir. Maddenin toplam kütlesi korunur.</p>	<p>Fiziksel değişimler, maddenin dış görünüşünü değiştirir. Ancak bazı fiziksel değişimleri geriye döndüremeyiz. Bu yüzden de her zaman maddenin toplam kütlesi korunur diyemeyiz.</p>
<p><b>ARGÜMANIMIZ</b>          Grubumuz _____ argümanını desteklemektedir.          Buna inanıyoruz, çünkü; _____          Wilma'nın gelişmiş argümanı          Bence Wilma _____ açıklama yapmıştır.          Çünkü          Diğer bir sebebi şudur ki          Wilma'nın argümanın neden yanlış olduğunu açıklayan ilk sebep          Sonuç olarak bence</p>	

Araştırma-sorgulama temelli etkinlikler kapsamında öğrencilere araştırma-sorgulama temelli fen öğretiminin ne olduğu, nasıl etkinlikler hazırlandığı, nasıl uygulandığı ve nasıl değerlendirildiğine yönelik örnek uygulamalar yapılmıştır. Araştırma-sorgulama temelli öğretiminin fen eğitiminde kullanımından sonra araştırma-sorgulama türleri olan açık araştırma-sorgulama, rehberli araştırma-sorgulama ve yapılandırılmış araştırma-sorgulama türleri tanıtılmıştır. İlk etkinlikler öğrencilerin araştırma-sorgulama sürecini anlamaları açısından yapılandırılmış etkinlikler kullanılırken son etkinliklere yaklaşıldığında daha çok rehberli ve açık araştırma-sorgulamayı temel alan etkinlikler tercih edilmiştir. Öğrenciler tüm etkinliklerde gruplar halinde çalışmış, deney raporları hazırlamış ve son etkinliklerde araştırma-sorgulamaya dayalı etkinlik örneğini kendileri geliştirmiştir. Etkinlikler esnasında deneyler gerçekleştirilirken tüm gruplar ve deneyler öğretmen tarafından kontrol edilmiş ve grupların süreci kendilerinin açıklamalarına fırsat verilmiştir. Çalışma yedi hafta süresince üç farklı araştırma-sorgulama türü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İlk hafta tüm sorgulama türleri hakkında bilgiler verilirken sonraki haftalarda açık araştırma-sorgulama, rehberli araştırma-sorgulama ve yapılandırılmış araştırma-sorgulama türlerinin uygulanmasına ikişer hafta zaman ayrılmıştır. Her grup kendi raporunu yazarak tüm araştırma-sorgulama türlerine yönelik uygulamalı bir öğretim almışlardır.

## Veri Analizi

Veri analizinde deney ve kontrol grubundaki katılımcıların öntest, aratest ve sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığına karar vermek için her bir ölçme aracı ile toplanan veriler kullanılarak bağımsız gruplar için t-testi ile analiz yapılmıştır. Daha sonra deney ve kontrol grubundaki katılımcıların argümantasyon becerileri, araştırma-sorgulama becerileri ve bilimsel süreç becerilerine ait öntest, aratest ve sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA ile analizler gerçekleştirilmiştir.

## Bulgular

### Argümantasyon Beceri Puanlarına Ait Bulgular

Her iki gruptaki katılımcıların, uygulamalar öncesinde argümantasyon becerileri puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir ( $t_{(46)} = ,756, p > ,05$ ). Bu sonuca göre argümantasyon ve araştırma-sorgulamaya dayalı uygulamalar öncesinde deney grubu ( $X=25,583$ ) ve kontrol grubu ( $X=24,792$ ) öğrencilerinin argümantasyon becerilerinin istatistiksel olarak yakın değerlere sahip olduğu bulunmuştur (Tablo 3).

**Tablo 3**

*Argümantasyon Becerileri Testine Ait Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları*

Ölçümler	Gruplar	N	$\bar{X}$	SD	DF	t	p	Eta squared
Argümantasyon1	Deney	24	25,583	4,010	46	,756	,454	,012
	Kontrol	24	24,792	3,203				
Argümantasyon2	Deney	24	28,708	2,528	46	3,573	,001	,217
	Kontrol	24	24,667	4,931				
Argümantasyon3	Deney	24	28,542	2,889	46	,151	,881	,000
	Kontrol	24	28,417	2,858				

İlk uygulamalarda deney grubuna argümantasyon temelli etkinlikler uygulanırken kontrol grubundaki öğrencilere araştırma-sorgulama temelli etkinlikler uygulanmıştır. İlk uygulamalar sonrasında her iki gruptaki öğrencilerin, argümantasyon beceri puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir ( $t_{(46)} = 3,573, p < ,05$ ). Bağımsız örneklem t-testi sonucunda gruplar arasında büyük düzeyde etki değeri (eta squared = ,217) olan anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Bu sonuca göre argümantasyona dayalı etkinlikler uygulanan deney grubu öğrencilerinin argümantasyon beceri puanlarının ( $X=28,708$ ) araştırma-sorgulama temelli etkinlikler uygulanan kontrol grubu öğrencilerinin argümantasyon beceri puanlarından ( $X=24,667$ ) istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek olduğu bulunmuştur.

Ara testlerden sonra deney ve kontrol gruplarına uygulanan etkinlikler çaprazlanmıştır. Deney grubuna ikinci uygulama olarak araştırma-sorgulama temelli etkinlikler uygulanırken, kontrol grubuna ikinci uygulama olarak argümantasyon temelli etkinlikler uygulanmıştır. İkinci uygulamalar sonrasında her iki gruptaki katılımcıların argümantasyon beceri puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir ( $t_{(46)} = ,151, p > ,05$ ). Bu sonuca göre ikinci deneysel uygulamalar olan araştırma-sorgulamaya ve argümantasyona dayalı etkinlikler sonrasında deney grubu ( $X=28,542$ ) ve kontrol grubu ( $X=28,417$ ) öğrencilerinin argümantasyon becerilerinin istatistiksel olarak yakın değerlere sahip olduğu bulunmuştur.

**Tablo 4***Deney Grubunun Argümantasyon Becerileri Testine Ait ANOVA Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	DF	Kareler Ortalaması	F	p	Eta square	Anlamlı Fark
Denekler arası Ölçüm	77,259	23	3,359				
Hata	148,361	2	74,181	7,154	,002	,237	1-2
Toplam	476,972	46	10,369				1-3
	702,592	71					

Tablo 4 incelendiğinde, deney grubunda bulunan öğrencilerin argümantasyon öntest, aratest ve sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir ( $F_{(2-46)}=7,154$ ;  $p<,05$ ). Argümantasyon becerileri öntest ( $X=25,583$ ), aratest ( $X=28,708$ ) ve sontest ( $X=28,542$ ) puan ortalamaları incelendiğinde, deney grubundaki öğrencilerin argümantasyon beceri aratest ve sontest ortalama puanlarının öntest puanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek olduğu bulunmuştur.

**Tablo 5***Kontrol Grubu Argümantasyon Becerileri Testine Ait ANOVA Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	DF	Kareler Ortalaması	F	p	Eta square	Anlamlı Fark
Denekler arası Ölçüm	119,625	23	5,201				
Hata	217,750	2	108,875	8,023	,001	,259	1-3
Toplam	624,250	46	13,571				2-3
	961,625	71					

Tablo 5 incelendiğinde, kontrol grubunda bulunan öğrencilerin argümantasyon öntest, aratest ve sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ( $F_{(2-46)}=8,023$ ;  $p<,05$ ). Argümantasyon becerileri öntest ( $X=24,792$ ), aratest ( $X=24,667$ ) ve sontest ( $X=28,417$ ) puan ortalamaları incelendiğinde, kontrol grubundaki öğrencilerin argümantasyon beceri sontest ortalama puanlarının hem öntest hem de aratest ortalama puanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek olduğu bulunmuştur.

**Araştırma-Sorgulama Beceri Puanlarına Ait Bulgular**

Her iki gruptaki öğrencilerin, uygulamalar öncesinde araştırma-sorgulama becerileri puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir ( $t_{(46)} = -,374$ ,  $p > ,05$ ). Bu sonuca göre argümantasyon ve araştırma-sorgulamaya dayalı uygulamalar öncesinde deney grubu ( $X=41,000$ ) ve kontrol grubu ( $X=41,583$ ) öğrencilerinin araştırma-sorgulama becerilerinin istatistiksel olarak yakın değerlere sahip olduğu bulunmuştur (Tablo 6).

**Tablo 6***Araştırma-Sorgulama Becerileri Ölçeğine Ait Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları*

Ölçümler	Gruplar	N	$\bar{X}$	SD	DF	t	p	Eta square
Sorgulama1	Deney	24	41,000	5,501	46	-,374	,710	,003
	Kontrol	24	41,583	5,315				
Sorgulama2	Deney	24	41,791	6,731	46	-2,948	,005	,158
	Kontrol	24	47,375	6,385				
Sorgulama3	Deney	24	45,833	4,923	46	-,363	,718	,003
	Kontrol	24	46,500	7,530				

İlk uygulamalarda deney grubuna argümantasyon temelli etkinlikler uygulanırken kontrol grubundaki öğrencilere araştırma-sorgulama temelli etkinlikler uygulanmıştır. İlk



uygulamalar sonrasında her iki gruptaki öğrencilerin, araştırma-sorgulama beceri puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir ( $t_{(46)} = -2,948$ ,  $p < ,05$ ). Bağımsız örneklem t-testi sonucunda gruplar arasında büyük düzeyde etki değeri (eta squared = ,158) olan anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Bu sonuca göre araştırma-sorgulama temelli etkinlikler uygulanan kontrol grubu öğrencilerinin araştırma-sorgulama beceri puanlarının ( $X=47,375$ ) argümantasyon temelli etkinlikler uygulanan deney grubu öğrencilerinin araştırma-sorgulama beceri puanlarından ( $X=41,791$ ) istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek olduğu bulunmuştur.

Ara testlerden sonra deney ve kontrol gruplarına uygulanan etkinlikler çaprazlanmıştır. Deney grubuna ikinci uygulama olarak araştırma-sorgulama temelli etkinlikler uygulanırken, kontrol grubuna ikinci uygulama olarak argümantasyon temelli etkinlikler uygulanmıştır. İkinci uygulamalar sonrasında her iki gruptaki öğrencilere ait araştırma-sorgulama beceri puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ( $t_{(46)} = -,363$ ,  $p > ,05$ ). Bu sonuca göre ikinci deneysel uygulamalar olan araştırma-sorgulamaya ve argümantasyona dayalı etkinlikler sonrasında deney grubu ( $X=45,833$ ) ve kontrol grubu ( $X=46,500$ ) öğrencilerinin araştırma-sorgulama becerilerinin istatistiksel olarak yakın değerlere sahip olduğu bulunmuştur.

**Tablo 7**

*Deney Grubu Araştırma-Sorgulama Becerileri Ölçeğine Ait ANOVA Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	DF	Kareler Ortalaması	F	p	Eta square	Anlamlı Fark
Denekler arası	221,514	23	9,631				
Ölçüm	322,583	2	161,292	4,550	,016	,165	2-3
Hata	1630,750	46	35,451				
Toplam	2174,847	71					

Tablo 7 incelendiğinde, deney grubundaki öğrencilerin araştırma-sorgulama öntest, aratest ve sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir ( $F_{(2-46)}=4,550$ ;  $p<,05$ ). Araştırma-sorgulama becerileri öntest ( $X=41,000$ ), aratest ( $X=41,791$ ) ve sontest ( $X=45,833$ ) puan ortalamaları incelendiğinde, deney grubundaki öğrencilerin araştırma-sorgulama beceri aratest ortalama puanlarının sontest ortalama puanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşük olduğu bulunmuştur.

**Tablo 8**

*Kontrol Grubu Araştırma-Sorgulama Becerileri Testine Ait ANOVA Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	DF	Kareler Ortalaması	F	p	Eta square	Anlamlı Fark
Denekler arası	345,995	23	15,043				
Ölçüm	467,861	2	233,931	5,806	,006	,202	1-2
Hata	1853,472	46	40,293				
Toplam	2667,328	71					

Tablo 8 incelendiğinde, kontrol grubu öğrencilerinin araştırma-sorgulama öntest, aratest ve sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ( $F_{(2-46)}=5,806$ ;  $p<,05$ ). Araştırma-sorgulama becerileri öntest ( $X=41,583$ ), aratest ( $X=47,375$ ) ve sontest ( $X=46,500$ ) puan ortalamaları incelendiğinde, kontrol grubundaki öğrencilerin araştırma-sorgulama beceri aratest ortalama puanlarının öntest ortalama puanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek olduğu bulunmuştur.

### Bilimsel Süreç Beceri Puanlarına Ait Bulgular

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin, uygulamalar öncesinde bilimsel süreç becerileri puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı bulunmuştur ( $t_{(46)} = 1,502, p > ,05$ ). Bu sonuca göre argümantasyon ve araştırma-sorgulamaya dayalı uygulamalar öncesinde deney grubu ( $X=44,125$ ) ve kontrol grubu ( $X=41,250$ ) öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin istatistiksel olarak yakın değerlere sahip olduğu bulunmuştur (Tablo 9).

**Tablo 9**

*Bilimsel Süreç Becerileri Testine Ait Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları*

Ölçümler	Gruplar	N	$\bar{X}$	SD	DF	t	p	Eta square
BSB1	Deney	24	44,125	6,583	46	1,502	,140	,047
	Kontrol	24	41,250	6,674				
BSB2	Deney	24	49,917	8,188	46	1,236	,223	,032
	Kontrol	24	47,250	6,680				
BSB3	Deney	24	56,917	8,027	46	,692	,492	,010
	Kontrol	24	55,541	5,501				

İlk uygulamalarda deney grubuna argümantasyon temelli etkinlikler uygulanırken kontrol grubundaki öğrencilere araştırma-sorgulama temelli etkinlikler uygulanmıştır. İlk uygulamalar sonrasında iki grubun öğrencilerinin bilimsel süreç beceri puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı bulunmuştur ( $t_{(46)} = 1,236, p > ,05$ ). Bu sonuca göre argümantasyon temelli etkinlikler uygulanan deney grubu öğrencilerinin argümantasyon beceri puanlarının ( $X=49,917$ ) araştırma-sorgulama temelli etkinlikler uygulanan kontrol grubu öğrencilerinin argümantasyon beceri puanlarına ( $X=47,250$ ) istatistiksel olarak denk olduğu bulunmuştur.

Ara testlerden sonra deney ve kontrol gruplarına uygulanan etkinlikler çaprazlanmıştır. Deney grubuna ikinci uygulama olarak araştırma-sorgulama temelli etkinlikler uygulanırken, kontrol grubuna ikinci uygulama olarak argümantasyon temelli etkinlikler uygulanmıştır. İkinci uygulamalar sonrasında iki grubun bilimsel süreç beceri puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur ( $t_{(46)} = ,692, p > ,05$ ). Bu sonuca göre ikinci deneysel uygulamalar olan araştırma-sorgulamaya ve argümantasyona dayalı etkinlikler sonrasında deney grubu ( $X=56,917$ ) ve kontrol grubu ( $X=55,541$ ) öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin istatistiksel olarak yakın değerlere sahip olduğu bulunmuştur.

**Tablo 10**

*Deney Grubu Bilimsel Süreç Becerileri Testine Ait ANOVA Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	DF	Kareler Ortalaması	F	p	Partial eta	Anlamlı Fark
Denekler arası	708,329	23	30,797				1-2
Ölçüm	1969,361	2	984,681	23,899	,000	,510	1-3
Hata	1895,306	46	41,202				2-3
Toplam	4572,996	71					

Tablo 10'daki bulgular incelendiğinde, deney grubundaki öğrencilerin bilimsel süreç becerileri öntest, aratest ve sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir ( $F_{(2,46)}=23,899; p<,05$ ). Bilimsel süreç becerileri öntest ( $X=44,125$ ), aratest ( $X=49,917$ ) ve sontest ( $X=56,917$ ) puan ortalamaları incelendiğinde, deney grubundaki öğrencilerin bilimsel süreç becerileri öntest ortalama puanlarının hem aratest hem de sontest ortalama puanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşük olduğu

bulunmuştur. Ek olarak, sontest ortalama puanlarının da aratest ortalama puanlarına göre anlamlı şekilde yüksek olduğu bulunmuştur.

**Tablo 11**

*Kontrol Grubu Bilimsel Süreç Becerileri Testine Ait ANOVA Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	DF	Kareler Ortalaması	F	p	Partial eta	Anlamlı Fark
Denekler arası	436,551	23	18,980				
Ölçüm	2472,028	2	1236,014	39,558	,000	,632	1-2
Hata	1437,306	46	31,246				1-3
Toplam	4345,885	71					2-3

Tablo11'deki bulgular incelendiğinde, kontrol grubundaki öğrencilerin bilimsel süreç becerileri öntest, aratest ve sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir ( $F_{(2,46)}=39,558$ ;  $p<,05$ ). Bilimsel süreç becerileri öntest ( $X=41,250$ ), aratest ( $X=47,250$ ) ve sontest ( $X=55,541$ ) puan ortalamaları incelendiğinde, kontrol grubu öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri öntest ortalama puanlarının hem aratest hem de sontest ortalama puanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşük olduğu bulunmuştur. Ek olarak, sontest ortalama puanlarının da aratest ortalama puanlarına göre anlamlı şekilde yüksek olduğu bulunmuştur.

### Tartışma

Argümantasyon ve araştırma-sorgulamaya dayalı fen öğretimi uygulanan öğrenci gruplarına ilişkin bulgular incelendiğinde deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin argümantasyon becerilerinin argümantasyon temelli fen öğretimine katılma durumlarına göre arttığı belirlenirken, çalışma sonucunda iki grup arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Çünkü argümantasyon temelli fen öğretiminde öğrenciler bir tartışma konusu üzerinde kendi argümanlarını onlara sunulan argümantasyon modeline göre yapılandırmakta ve argümantasyon modelinin bileşenleri olan iddia, veri, akıl yürütme, destekleyici ve çürütme sunma gibi becerileri deneyimleyerek kazanmaktadırlar. Araştırma-sorgulama temelli fen öğretimi yaklaşımında araştırma-sorgulama yapmaları ve araştırma yapmalarına rağmen direkt olarak argüman bileşenlerini kullanmadıkları için argüman kurma becerileri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farka sebep olmadığı düşünülmektedir.

Alan yazındaki çalışmalar incelendiğinde bu çalışma sonuçlarına paralel çalışmalar olduğu görülmektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının fizik laboratuvar dersinde katıldıkları argümantasyon temelli uygulamaların argümantasyon becerileri üzerinde olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir (Demircioğlu ve Uçar, 2012). Argümantasyon temelli laboratuvar uygulamalarına katılan lisans öğrencilerinin bir iddiayı desteklemek için kanıt kullanma ve akıl yürütme becerileri önemli ölçüde gelişmektedir (Zohar ve Nemet, 2002). Öte yandan, Erduran ve diğerleri (2004), öğretmenler ile gerçekleştirdikleri araştırma sonunda gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını bildirmiştir. Argümantasyonla meşgul olmak, sözlü ve yazılı argümanlar üretmek, bilimsel bilgi ve yetenekleri geliştirir (Sampson vd., 2010). Alan yazında araştırma-sorgulama temelli kimya öğretiminin uygulandığı derse katılan lisans öğrencilerinin bilimsel argümantasyon becerilerinin geleneksel yöntem ile verilen kimya dersine katılanlara göre anlamlı şekilde arttığı sonucunu ortaya koyan çalışmalarda mevcuttur (Septyastuti vd., 2021). Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme öğretmen adaylarının bilgi, beceri ve bilimsel araştırma yapma becerilerini geliştiren bir yöntemdir. Ayrıca, araştırma-sorgulama ve argümantasyon etkinliklerinin birlikte kullanıldığı laboratuvar çalışmalarında fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon

becerilerinin ve araştırma-sorgulama becerilerinin geliştiği sonucuna ulaşılmıştır (Ozdem vd., 2013).

Çalışmanın ikinci önemli bulgusu olarak araştırma-sorgulama temelli fen öğretimi dersine katılan öğrencilerin araştırma-sorgulama becerilerinin arttığı belirlenirken çalışma sonunda her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Alan yazındaki çalışmalar incelendiğinde bu çalışmanın sonuçlarını destekleyen çalışmaların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Argümantasyon destekli fen öğretimi uygulamalarının gerçekleştirildiği deneysel bir çalışmada öğrencilerin araştırma-sorgulama becerilerinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaşmadığı belirlenmiştir (Yıldırım ve Can, 2018). Argümantasyon temelli fen öğretiminin araştırma-sorgulama becerileri üzerinde anlamlı bir farklılaşmaya sebep olmaması beklenen sonuçlardan birisidir. Çünkü araştırma-sorgulamaya dayalı fen öğretimine göre düzenlenmiş sınıf ortamlarında öğrencilerin kavramları ve bilgileri anlamlı şekilde öğrenebilmesi için onlara araştırma-sorgulama yapabilecekleri ve bilimin doğasını sorgulayarak anlamalarına yardımcı fırsatlar sağlanmaktadır.

Bu çalışmanın bulgularına paralel olarak argümantasyon tabanlı bilim öğrenme biyoloji laboratuvar uygulamasına katılan öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve araştırma-sorgulama becerilerinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişmediği ancak araştırma yapma istekleri ve argümantasyon becerilerinin üzerinde etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Nazlı, 2019). Alan yazında yapılan çalışmaların bazılarında argümantasyon temelli etkinliklerin araştırma-sorgulama becerilerini arttırdığı da ifade edilmiştir. Argümantasyon temelli fen öğretimi ile öğrencilerin üst düzey bilişsel becerileri, sosyal yargılama, dili kullanma becerisini, bilimsel kültürlenme, fen okuryazarı olma, bilimin doğasını anlama ve araştırma-sorgulama becerilerinin arttığı belirlenmiştir (Jimenez-Aleixandre ve Erduran, 2007). Araştırma-sorgulama temelli fen öğretimi sınıflarında öğretmenlerin üstlendikleri birçok rol ve öğrencilere yükledikleri rol ve görevler vardır. Bu nedenle araştırma-sorgulama temelli sınıf kültürünün oluşmasında hem öğretmen hem de öğrenciler etkin olduğu için öğretmen ve öğrencilerin süreç içerisinde düşünme ve araştırma-sorgulama yapması yaygındır. Bu nedenle öğretmen adaylarının bu süreç sonunda araştırma-sorgulama becerilerinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde gelişmesi beklenmekte ve alan yazındaki çalışmalar ışığında da desteklenmektedir (Ecevit ve Kaptan, 2019). Alan yazındaki çalışmalarda öğretmen adaylarının bu çalışmadaki gibi rol alabilecekleri bir araştırma-sorgulamaya dayalı sınıf ortamına ve öğretmene ihtiyaç duydukları ve süreci kendilerinin yaparak yaşayarak deneyim kazanacakları uygulamalara ihtiyaç duydukları belirlenmiştir (Kabataş Memiş, 2017).

Çalışmanın üçüncü bulgusu olarak deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin katıldıkları hem argümantasyon hem de araştırma-sorgulama temelli fen öğretimi uygulamalarından sonra bilimsel süreç becerilerinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde artmasıdır. Deney grubu ve kontrol grubundaki öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin öntest, aratest ve sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Deney grubundaki ve kontrol grubundaki öğrencilerin katıldıkları uygulamalara ve bu uygulamaların sırasına bakılmaksızın bilimsel süreç becerilerinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Alan yazında yapılan birçok çalışmada da hem araştırma-sorgulamaya dayalı hem de argümantasyona dayalı fen öğretiminin öğretmen adayları ve öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerindeki farklı etkileri ortaya konmuştur. Tatar (2006) araştırma-sorgulamaya dayalı fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerinde anlamlı şekilde etkili olduğunu bulmuştur. Benzer şekilde, Şimşek ve Kabapınar (2010) araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme

ortamlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve kavramsal öğrenmeleri üzerinde etkili olduğunu yaptığı deneysel çalışma ile ortaya koymuştur.

Alan yazında argümantasyon temelli fen öğretiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki olumlu etkisini ortaya koyan birçok çalışma bulunmaktadır. Karakuş ve Yalçın (2016) argümantasyon temelli fen öğretiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki olumlu etkisini gerçekleştirdikleri bir meta analiz çalışması ile ortaya koymuşlardır. Öğretmen adayları ile yapılan fen öğretiminde argümantasyon uygulamasının hem bilimsel süreç becerileri hem de düşünme becerileri üzerinde olumlu etkileri olduğu ortaya konmuştur. Bu çalışmada öğretmen adayları argümantasyon sürecini etkili kullanarak kendilerini ifade ederek düşüncelerini diğer katılımcılara karşı savunabilmiştir (Aydın ve Kaptan, 2014). Bilimsel süreç becerilerinin deneylerde kullanılması hem öğretmen adayları hem de öğrencilerin bilimsel çalışma basamaklarını kavramalarına ve uygulamalarına yardımcı olmaktadır. Öğrencilerin deneyleri önceden düşünerek tasarlamaları, hipotezler kurmaları, araştırmaları, araştırma-sorgulamaları kısacası bilim insanlarının bilimsel bilgiyi yapılandırdıkları süreci deneyimleyerek onların sonuçlarına ulaşmaları bilimsel düşüncelerini sağlamaktadır (Richmond ve Shriley, 1996). Benzer şekilde argümantasyon temelli fen öğretimi kapsamında da öğretmen adayları zihinlerinde oluşturdukları bilimsel bilgi ve düşüncelerini bir bilim insanının yaptığı gibi doğru gerekçe ve kanıtları kullanarak iddialarını savunur (Aslan, 2016). Argümantasyon temelli fen öğretimi sürecinde öğretmen adayları verilen bir deney veya problemin çözümü için bir bilim insanı rolüyle bilimsel bilgiye ulaşmaya çalıştıkları ve araştırma yaptıkları için bilimsel süreç becerilerinin gelişmesi muhtemeldir. Çünkü bu süreçte öğretmen adayları deneyler tasarlayarak, ürün ortaya koyması, birden farklı iddianın arasından doğru ve uygun olanı seçmesi ve seçtikleri iddiayı uygun kanıtlar ile destekleyerek raporlamaları beklenmektedir. Bu sayede hem argümantasyon hem de araştırma-sorgulama temelli fen öğretimine katılan öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin geliştiği görülmektedir.

### Sonuç

Bu çalışma argümantasyon ve araştırma-sorgulama temelli laboratuvar öğretiminin öğretmen adaylarının argümantasyon ve araştırma-sorgulama becerileri üzerinde etkisinin yalnızca kullanılan öğretim yöntemi ile geliştirdiğini göstermesi açısından önemli bir çalışmadır. Bu nedenle gelecekte yapılacak olan çalışmalarda hem argümantasyon hem de araştırma-sorgulama becerilerini geliştirmek için argümantasyon destekli araştırma-sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamalarına ihtiyaç olduğu aşikârdır.

Her iki öğretim uygulamasının da bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğu bulunmuştur. Bu nedenle yapılacak olan çalışmalarda bilimsel süreç becerilerinin gelişimi için laboratuvar ortamının kullanılması ve öğrencilere bilimsel süreç becerilerinin kullanımına yönelten argümantasyon ve araştırma-sorgulamaya dayalı etkinliklerin kullanılması önerilmektedir.

Sınıf içi uygulamalar olmadan ve kısa süreli ders anlatımına dayalı programlar uygulamak yerine, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının argümantasyon temelli fen öğretimini kendilerinin planladığı, uyguladığı ve öğrenciler ile birlikte deneyimledikleri, katılımcıların birbirlerinin ders deneyimlerini gözlemledikleri ve tartıştıkları uzun süreli öğretmen yetiştirme programlarına ve mesleki gelişim programlarına ihtiyaç vardır.

Bu çalışma bir devlet üniversitesinde fen bilgisi öğretmenliği bölümünde okuyan üçüncü sınıf öğrencileri ile sınırlıdır. Öğrencilerin argümantasyon, araştırma-sorgulama ve bilimsel süreç becerilerini belirlemek için sadece ölçekler ve testler kullandığı ve katılımcıların öz bildirim verilerine dayanmaktadır. Bu kapsamda ölçek ve testler dışında

görüşme, gözlem gibi nitel araştırma yöntemleri de kullanılarak, derinlemesine bilgi toplanması önerilmektedir.

**Etik Kurul İzin Bilgisi:** *Bu araştırma, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Etik Kurulu'nun 01.02.2022 tarihli 02/V sayılı kararı ile alınan izinle yürütülmüştür.*

**Yazar Çıkar Çatışması Bilgisi:** *Bu çalışmada çıkar çatışması yoktur ve finansman desteği alınmamıştır.*

**Yazar Katkısı:** *Yazarlar makaleye eşit katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.*

### Kaynakça

- Aktamış, H. ve Pekmez, E. Ş. (2011). Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği geliştirme çalışması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (30), 192-205.
- Arı, Ü., Peşman, H. ve Baykara, O. (2017). Sorgulamaya dayalı öğretimde rehberlik düzeyinin fen bilimleri öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını iyileştirmedeki etkisinin bilimsel süreç becerileriyle etkileşimi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 304-321.
- Aslan, S. (2016). Argümantasyona dayalı laboratuvar uygulamaları: Bilimsel süreç becerilerine ve laboratuvar dersine yönelik tutuma etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(4), 762-777.
- Aydın, Ö. ve Kaptan, F. (2014). Fen-teknoloji öğretmen adaylarının eğitiminde argümantasyonun biliş üstü ve mantıksal düşünme becerilerine etkisi ve argümantasyona ilişkin görüşler. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 163-188.
- Balım, A. G. ve Taşkoyan, S. N. (2007). Fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algısı ölçeği'nin geliştirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 58-63.
- Demircioğlu, T., & Ucar, S. (2012). The effect of argument-driven inquiry on pre-service science teachers' attitudes and argumentation skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 5035-5039.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science education*, 84(3), 287-312.
- Ecevit, T. ve Kaptan, F. (2019). 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasına yönelik tasarlanan argümantasyon destekli araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim modelinin betimlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(2), 470-488. s doi: 10.16986/HUJE.2019056328
- Erduran, S. & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. New York: Springer.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science education*, 88(6), 915-933.

- Frey, B. B., Ellis, J. D., Bulgreen, J. A., Hare, J. C., & Ault, M. (2015). Development of a test of scientific argumentation. *Electronic Journal of Science Education*, 19(4), 1-18.
- Gould, J. E. (2002). *Concise handbook of experimental methods for the behavioral and biological sciences*. Boca Raton: CRC Press.
- Günel, M., Kabataş Memiş, E., & Büyükkasap, E. (2009). The effects of writing to learn activities and students' analogy construction on learning mechanic unit at the university level. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(2), 401-419.
- Hiçde, E., & Aktamış, H. (2018). Adaptation of test of scientific argumentation into turkish. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 12(1), 228-248
- Jiménez-Aleixandre, M. P. & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. S. Erduran ve M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research içinde* (s. 3-28). New York: Springer.
- Kabataş Memiş, E. (2017). Argümantasyon uygulamalarına katılan öğretmen adaylarının küçük grup tartışmalarına ilişkin görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(5), 2037-2056.
- Karakuş, M. ve Yalçın, O. (2016). Fen eğitiminde argümantasyon temelli öğrenmenin akademik başarıya ve bilimsel süreç becerilerine etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(4), 1-20.
- Karasar, N. (2007). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen bilimleri dersi (3. 4. 5. 6. 7. ve 8.) öğretim programı*, Ankara.
- National Research Council (NRC) (2000). *Inquiry and the national science education standards*. DC: National Academies Press, Washington.
- Nazlı, C. (2019). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (ATBÖ) rapor formatına göre raporlaştırmanın bilimsel süreç becerisine, sorgulama becerisine ve yazılı argüman kalitesine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Osborne, J., & Ratcliffe, M. (2002). Developing effective methods of assessing ideas and evidence. *School Science Review*, 83(305), 113-123.
- Ozdem, Y., Ertepinar, H., Cakiroglu, J., & Erduran, S. (2013). The nature of pre-service science teachers' argumentation in inquiry-oriented laboratory context. *International Journal of Science Education*, 35(15), 2559-2586.
- Richmond, G. & Shriley, J. (1996). Making meaning in classrooms: social processes in small group discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 839-858.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2010). 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.
- Septyastuti, H. L., Sutrisno, & Widarti, H. R. (2021, March). The effectiveness of inquiry-based learning with OE3R strategy for scientific argumentation skill. In *AIP*

*Conference Proceedings*, 2330(1), 1-6. AIP Publishing LLC.  
<https://doi.org/10.1063/5.0043148>

- Şen, C. & Vekli, G. S. (2016). The impact of inquiry based instruction on science process skills and self-efficacy perceptions of pre-service science teachers at a university level biology laboratory. *Universal Journal of Educational Research*, 4(3), 603-612.
- Şimşek, P., & Kabapınar, F. (2010). The effects of inquiry-based learning on elementary students' conceptual understanding of matter, scientific process skills and science attitudes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1190-1194.
- Tatar, N. (2006). *İlköğretim fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve tutuma etkisi*. Gazi University, Institute of Education Sciences (Unpublished Dissertation)
- Toulmin, S. (2003). *The uses of argument*. Cambridge University Press (Updated edition). New York.
- Walton, D. (2006). Examination dialogue: An argumentation framework for critically questioning an expert opinion. *Journal of Pragmatics*, 38(5), 745-777.
- Wood, W. B. (2003). Inquiry-based undergraduate teaching in life sciences at large research universities: A perspective on the boyer commission report. *Cell Biology Education*, 2, 112-116.
- Yıldırım, C. ve Can, B. (2018). Argümantasyon destekli probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin sorgulayıcı öğrenme beceri algılarına etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44, 251-277. doi: 10.9779/PUJE.2018.217
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.





## The Effects of Inquiry and Argumentation-Based Training on Argumentation, Inquiry and Science Process Skills

Emrah HİĞDE<sup>1</sup> & Hilal AKTAMIŞ<sup>2</sup>

• Received: 14.02.2022 • Accepted: 23.03.2023 • Published: 05.09.2023

### Abstract

The purpose of this study is to investigate the influence of argumentation and inquiry-based science education on pre-service science teachers' skills of argumentation, inquiry and scientific process. To find out the influences of independent variables (argumentation and inquiry-based activities) on dependent variables (argumentation skill, inquiry skill and scientific process skill) for the aim of the study, a counterbalanced experimental design was used. Forty-eight pre-service science teachers who took the science education laboratory applications course, randomly assigned to the experimental and control groups, participated in the study. The argumentation and inquiry-based science training were applied by making a counterbalanced design to create equal conditions for both groups and to control the ordering effect. Data were analyzed by using t-test and single-factor ANOVA for repeated measures. The findings indicate that the argumentation activities significantly differentiated the argumentation skills while the inquiry activities significantly differentiated the inquiry skills, regardless of the order and group of interventions. It was concluded that science process skills developed significantly after both argumentation and inquiry-based activities, regardless of the order of implementation.

**Keywords:** argumentation, science process skills, science education, inquiry

<sup>1</sup> Assoc. Prof. Dr., Aydın Adnan Menderes University, Education Faculty, <https://orcid.org/0000-0002-4692-5119>, [emrah.higde@adu.edu.tr](mailto:emrah.higde@adu.edu.tr) (Responded author)

<sup>2</sup> Prof. Dr., Aydın Adnan Menderes University, Education Faculty, <https://orcid.org/0000-0003-0717-5770>, [hilalaktamis@gmail.com](mailto:hilalaktamis@gmail.com)

### Cited:

Higde, E., & Aktamış, H. (2023). The effects of inquiry and argumentation-based training on argumentation, inquiry and science process skills. *Pamukkale University Journal of Education*, 59, 160-175. <https://doi.org/10.9779/pauefd.1073144>

## Introduction

Developments in science and technology have affected the field of science education as well as other fields. For this reason, countries are trying to improve the content of science courses and make it possible to raise individuals who can access necessary information, interpret newly acquired knowledge based on experience, and have problem-solving skills (Ministry of National Education [MoNE], 2018; National Research Council [NRC], 2000). Science curricula indicate inquiry-based teaching methods as the primary learning and teaching method to train scientifically literate people. Similarly, the National Research Council (NRC) has published a set of standards and reported that inquiry is the basis for science teaching (NRC, 2000). The inquiry-based learning method is a student-centered method in which students discover everything in their immediate environment, develop strong arguments based on strong justifications about the natural and physical world that surrounds them, become individuals aware of the importance of science, and construct knowledge about doing, living and thinking (MoNE, 2018; Wood, 2003).

The National Research Council (2000) briefly summarized the five main features of inquiry-based science teaching (NRC, 2000; Tatar, 2006);

1. Students engage in scientifically oriented questions.
2. Students prioritize evidence that allows them to develop and evaluate explanations addressing scientifically oriented questions.
3. Students formulate explanations from evidence to address scientifically oriented questions.
4. Students evaluate their explanations especially in the light of alternative explanations reflecting scientific understanding.
5. Students communicate and justify their proposed explanations.

In addition to inquiry-based science teaching, argumentation-based science teaching is suggested as another method that has an important place in the development of science literacy. Most science educators recognize argumentation-based teaching as an effective method in terms of ensuring scientific thinking and improving science literacy (Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2007; Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007). Argumentation was first introduced as the Toulmin model in the literature. In this model, argumentation is viewed as part of scientific reasoning. Argumentation is a process in which hypotheses are supported by evidence and reasons, and information is verified and proven (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007; Toulmin, 2003). Walton (2006), on the other hand, views argumentation as a process in which evidence is put forward to support claims. Argumentation process can be considered as a process in which different ideas are put forward about a subject, different views are expressed to support these ideas, and opposing views are discussed (Driver et al., 2000). Argumentation activities can be carried out in verbal and written ways. Verbal argumentation activities usually take place between student-student and teacher-student in the classroom environment. One of the prominent features of verbal argumentation is that it provides permanent and effective learning for students allowing them to generate and present ideas on the subject (Erduran et al., 2004). In written argumentation, individuals put forward their own ideas and thoughts by writing. One of the crucial features of written argumentation is that it enables students to understand complicated science subjects more easily and quickly (Driver et al., 2000). Argumentation-based activities generally contribute positively to individuals' scientific writing and verbal expression skills (Günel et al., 2009). The intellectual states of the individuals participating in these activities are at a high level

during the activity. In addition, it is important for students to participate in argumentation activities so that they can understand scientific ideas and thoughts (Driver et al., 2000). Argumentation-based activities lead students to acquire information by asking questions. Students make hypotheses in the argumentation process, collect evidence for these hypotheses, and share the information they have learned with their friends in the learning environment (Erduran et al., 2004). During the implementation of argumentation, different perspectives are discussed and evaluated, misconceptions and deficiencies are eliminated, and meaningful and permanent learning is provided by examining science concepts in depth (Driver et al., 2000). The argumentation process, in which mental thinking skills are used at a high level, also positively affects students' scientific thinking skills (Günel et al., 2010).

There are research studies about the effects of inquiry-based teaching on scientific thinking skills (Yıldırım & Can, 2018), science process skills (Arı et al., 2017; Şen & Vekli, 2016; Şimşek & Kabapınar, 2010; Tatar, 2006), research and inquiry skills (Balım & Taşkoyan, 2007) and inquiry skills (Yıldırım & Can, 2018). Similarly, studies in the literature show that argumentation-based teaching has positive effects on argumentation skills (Zohar & Nemet, 2002), science process skills (Aslan, 2016), and inquiry skills (Yıldırım & Can, 2018). There are both national and international studies on the use of both inquiry-based and argumentation-based science teaching methods in science education (Aslan, 2016; Ecevit & Kaptan, 2019; Karakuş & Yalçın, 2016; Septyastuti et al., 2021; Zohar & Nemet, 2002). However, these studies do not clearly reveal the relationships between variables that have significant effects on inquiry-based and argumentation-based science teaching method in science education (Demircioğlu & Ucar, 2012; Nazlı, 2019; Sampson et al., 2010). In addition, the studies examining the effects of inquiry-based and argumentation-based science teaching on students' skills of science process, inquiry and argumentation revealed different results. Therefore, there is a need to conduct a study to compare the effectiveness of argumentation and inquiry-based science teaching on the same students. The study is thought to be unique in terms of both the sequential application of argumentation and inquiry-based science teaching together and the comparative analysis of the effects of the practices on the same students by counterbalancing.

The aim of this study is to determine the effects of argumentation-based and inquiry-based activities on undergraduate students' skills of argumentation, inquiry, and science process.

1. What is the effect of argumentation-based and inquiry-based instruction applied by using counterbalanced design on the argumentation skills of pre-service science students?
2. What is the effect of argumentation-based and inquiry-based instruction applied by using counterbalanced design on the inquiry skills of pre-service science students?
3. What is the effect of argumentation-based and inquiry-based instruction applied by using counterbalanced design on science process skills of pre-service science students?

## Method

In this study, true experimental design, one of the quantitative research methods, was used to investigate the change in argumentation skills, inquiry skills and science process skills of students participating in argumentation and inquiry-based activities (Karasar, 2007). In this study, the counterbalanced experimental design was used to examine the effects of independent variables (argumentation and inquiry-based activities) on dependent variables

(argumentation skill, inquiry skill and science process skill). To determine the effects of experimental practices, argumentation-based activities were applied to the experimental group, while inquiry-based activities were applied to the control group. To control the effects of ordering on the experimental and control groups, a counterbalanced design pattern was used to create equal conditions for both groups (Gould, 2002). Experimental and control groups were replaced at equal time intervals to control external factors such as difference, motivation, and fatigue caused by the application, which may influence the groups (Table 1).

**Table 1**  
*Implementation Process*

Groups	Pretest	Treatment	test	Treatment	Posttest
Experimental	Arg1	Argumentation based activities	Arg2	Inquiry based activities	Arg3
	Inq1		Inq2		Inq3
	SPS1		SPS2		SPS3
Control	Arg1	Inquiry based activities	Arg2	Argumentation based activities	Arg3
	Inq1		Inq2		Inq3
	SPS1		SPS2		SPS3

Table 1 indicates that the number “1” next to the scale names represents the first pre-tests, the number “2” represents the mid-tests after the first applications, and the number “3” represents the final tests following the second applications.

### Study Group

A total of 48 third-year students enrolled in the science teaching laboratory practices course in the science teaching department of the faculty of education at a state university participated in this study. The students in the experimental and control groups were randomly assigned. There were 24 students in both groups. There were 6 male and 18 female students in both groups. The results of the independent sample t-test, conducted prior to the study to decide whether the participants in the experimental and control groups were equivalent in terms of argumentation, inquiry, and scientific process skills, are given below (Table 2). Prior to the implementation process, it was assumed that the students in the experimental and control groups were equivalent groups in terms of argumentation, inquiry and scientific process skills.

**Table 2**  
*Independent Sample t-Test Results of Argumentation, Research-Inquiry and Scientific Process Skills Pretest Scores*

Measurements	Groups	N	$\bar{X}$	SD	DF	t	p
Argumentation1	Experimental	24	25.583	4.010	46	.756	.454
	Control	24	24.792	3.203			
Inquiry1	Experimental	24	41.000	5.501	46	-.374	.710
	Control	24	41.583	5.315			
SPS1	Experimental	24	44.125	6.583	46	1.502	.140
	Control	24	41.250	6.674			

### Data Collection Tools

#### *Scientific Argumentation Test*

It was developed within the scope of a project supported by the National Science Foundation (NSF) to determine students' knowledge and skills for scientific argumentation (Frey et al., 2015). The scientific argumentation test measures students' ability to distinguish between claims, opinions, facts, data, authority, theory, logic, qualifier, rebuttal, and justification

using the scientific argumentation model of Toulmin (2003). The test consists of 36 multiple choice items. The Turkish scientific argumentation test was adapted by Hiçde and Aktamış (2018) and administered to 222 undergraduate students. The KR-20 value was 0.78 for reliability, the discrimination index of test items ranged from 0.21 to 0.60, and item difficulty values ranged from 0.31 to 0.85.

### ***Science Process Skills Scale***

Since the scale developed by Aktamış and Şahin Pekmez (2011) is based on national and international scales in the literature, it includes different types of questions to measure scientific process skills. Questions taken from other sources in this scale were evaluated as questions in their original forms (Osborne & Ratcliffe, 2002). Open-ended and multiple-choice questions were used to measure scientific process skills such as problem posing, distinguishing between hypothesis, prediction, observation, theory and explanation, performing reliable and valid measurement by identifying variables, ability to read by creating tables and graphs based on data, reaching a conclusion. The scale consists of 16 multiple choice items. For reliability, the KR-20 value is 0.81, the discrimination index of the test items has values higher than 0.2.



### ***Inquiry-Based Learning Skills Perception Scale for Science***

This scale was developed to measure inquiry-based learning skills (Balım & Taşkoyan, 2007). As a result of the reliability analysis performed on the scale, the Cronbach Alpha reliability value was found to be 0.84. This scale includes three sub-dimensions as negative, positive and questioning perceptions and 22 items. Cronbach's Alpha reliability values for the sub-dimensions of the scale were found to be 0.73, 0.67 and 0.71, respectively. The scale was a 5-point Likert type scale.

### **Implementation Process**

Prior to the implementation of argumentation-based activities, the concept of argumentation, implementation process of argumentation in science education and use of argumentation model by sample activities were explained. After general explanations and briefings, experiments and sample activities for the use of argumentation in experiments were carried out. Following the instruction and sample activities, the students prepared their own argumentation activities and presented them to their classmates and implemented them. They corrected their deficiencies about argumentation with the feedbacks they received from the peers and the instructor. During the development and implementation of the activities, the students generally worked in groups of four and made the presentation together. An example activity is given in Figure 1 below. Each group was given two lesson hours for presentations and a week for the preparation. During the seven weeks of the study, nine activities with nine argumentation techniques were implemented. Table of statements, argument creation, evaluation of arguments, use of evidence, evaluation of evidence, concept cartoon, guess-by-eye-explain, vee diagram and competing theories techniques were used as argumentation techniques.

**Figure 1***Example Argumentation Activity Sheet about Physical Change***COMPETING THEORIES**

	
<p>Physical changes take place in the external structure of matter. The appearance of the substance changes. These are the changes that can be reversed. The total mass of the substance is conserved.</p>	<p>Physical changes alter the appearance of matter. However, we cannot reverse some physical changes. Therefore, we cannot say that the total mass of matter is always conserved.</p>
<b>OUR ARGUMENT</b>	
<p>Our group supports the _____ argument.          We believe in this because _____          Wilma's advanced argument _____          I think Wilma explained _____.          Because _____          Another reason is that _____          Wilma's first reason to explain why the argument is false _____          As a result, I think _____</p>	

Within the scope of inquiry-based activities, sample implementations were carried out for students about the meaning, preparation, application and evaluation of inquiry-based science teaching activities. After the use of inquiry-based teaching in science education, open inquiry, guided inquiry and structured inquiry types of inquiry-based science education was introduced. While the first activities were structured activities for students to understand the inquiry process, more guided and open inquiry-based activities were chosen for the final activities. Students worked in groups in all activities, prepared experiment reports, and developed the inquiry-based activity examples themselves in the last activities. During the activities, all groups and experiments were controlled by the instructor while the experiments were carried out, and the groups were given the opportunity to explain the process themselves. The implementation process lasted for seven weeks using three different types of inquiry. In the first week, information about all types of inquiry was given, while two weeks for each implementation were allocated for open inquiry, guided inquiry and structured inquiry. Each group created their own report and received practical instruction for all types of inquiry.

**Data Analysis**

To find out whether there is a statistically significant difference between the pretest, mid-test and posttest scores of the participants in the experimental and control groups, the data collected with each measurement tool were analyzed with the t-test for independent groups. Then, to determine whether there is a statistically significant difference between the argumentation, inquiry and scientific process skills of the participants in the experimental

and control groups, pre-test, mid-test and post-test scores were analyzed through one-factor ANOVA for repeated measures.

## Results

### Results of Argumentation Skill Scores

There was no statistically significant difference between the argumentation skills scores of the students in both groups prior to the implementations ( $t(46) = .756, p > .05$ ). The argumentation skills of the students in the experimental group ( $X=25.583$ ) and the control group ( $X=24.792$ ) before the argumentation and inquiry-based implementations had statistically close values (Table 3).

**Table 3**

*Independent Sample t-Test Results of the Argumentation Skills Test*

Measurements	Groups	N	$\bar{X}$	SD	DF	$t$	$p$	Eta squared
Argumentation1	Experimental	24	25.583	4.010	46	.756	.454	.012
	Control	24	24.792	3.203				
Argumentation2	Experimental	24	28.708	2.528	46	3.573	.001	.217
	Control	24	24.667	4.931				
Argumentation3	Experimental	24	28.542	2.889	46	.151	.881	.000
	Control	24	28.417	2.858				

In the prior applications, while argumentation-based activities were applied to the experimental group, inquiry-based activities were applied to the students in the control group. After those applications, there was a significant difference between the argumentation skill scores of the students in both groups ( $t(46) = 3.573, p < .05$ ). As a result of the independent sample t-test, a significant difference with a large effect size (eta squared = .217) was found between the groups. According to this result, the argumentation skill scores ( $X=28.708$ ) of the experimental group students who were applied argumentation-based activities were significantly higher than the argumentation skill scores ( $X=24.667$ ) of the control group students who were applied inquiry-based activities.

After the mid-tests, the activities applied to the experimental and control groups were crossed over. While inquiry-based activities were applied to the experimental group as the second application, argumentation-based activities were used for the control group as the second application. After the second applications, there was no significant difference between the argumentation skill scores of the participants in both groups ( $t(46) = .151, p > .05$ ). According to this result, the argumentation skills of the students in the experimental group ( $X=28.542$ ) and control group ( $X=28.417$ ) had statistically close values following the second experimental applications, inquiry-based and argumentation-based activities.

**Table 4**

*ANOVA Results of the Experimental Group's Argumentation Skills Test*

Source	Sum of Squares	DF	Mean Squares	$F$	$p$	Eta square	Mean Difference
Between groups	77.259	23	3,359				
Within groups	148.361	2	74.181	7.154	.002	.237	1-2
Error	476.972	46	10.369				1-3
Total	702.592	71					

As it is clear in Table 4, there is a significant difference between the argumentation pretest, mid-test and posttest scores of the students in the experimental group ( $F(2-46)=7.154; p<.05$ ). When the argumentation skills pretest ( $X=25.583$ ), mid-test ( $X=28.708$ )

and posttest ( $X=28.542$ ) mean scores were analyzed, the argumentation skill mid-test and posttest mean scores of the students in the experimental group were significantly higher than their pretest mean scores.

**Table 5***ANOVA Results of the Control Group Argumentation Skills Test*

Source	Sum of Squares	DF	Mean Squares	F	p	Eta square	Mean Difference
Between groups	119.625	23	5.201				
Within groups	217.750	2	108.875	8.023	.001	.259	1-3
Error	624.250	46	13.571				2-3
Total	961.625	71					

As can be seen in Table 5, there is a significant difference between the argumentation pretest, mid-test and posttest scores of the students in the control group ( $F(2-46)=8.023$ ;  $p<.05$ ). When the argumentation skills pretest ( $X=24.792$ ), mid-test ( $X=24.667$ ) and posttest ( $X=28.417$ ) mean scores were examined, the argumentation skill posttest mean scores of the students in the control group were significantly higher than both the pretest and mid-test mean scores.

**Results of Inquiry Skill Scores**

There was no significant difference between the inquiry skills scores of the students in both groups before the implementations ( $t(46) = -.374$ ,  $p > .05$ ). The inquiry skills of the students in the experimental group ( $X=41.000$ ) and control group ( $X=41.583$ ) were statistically close before the argumentation and inquiry-based applications (Table 6).

**Table 6***Independent Samples T-Test Results of Inquiry Skills Scale*

Measurements	Groups	N	$\bar{X}$	SD	DF	t	p	Eta square
Inquiry1	Experimental	24	41.000	5.501	46	-.374	.710	.003
	Control	24	41.583	5.315				
Inquiry2	Experimental	24	41.791	6.731	46	-2.948	.005	.158
	Control	24	47.375	6.385				
Inquiry3	Experimental	24	45.833	4.923	46	-.363	.718	.003
	Control	24	46.500	7.530				

In the first applications, while argumentation-based activities were applied to the experimental group, inquiry-based activities were applied to the students in the control group. After the first applications, there was a significant difference between the inquiry skill scores of the students in both groups ( $t(46) = -2.948$ ,  $p < .05$ ). As a result of the independent sample t-test, a significant difference with a large effect size (eta squared = .158) was found between the groups. According to this result, the inquiry skill scores ( $X=47.375$ ) of the control group students who were applied inquiry-based activities were significantly higher than the inquiry skill scores ( $X=41.791$ ) of the experimental group students who were applied argumentation-based activities.

Following the mid-tests, the activities applied to the experimental and control groups were crossed over. While inquiry-based activities were applied to the experimental group as the second application, argumentation-based activities were applied to the control group as the second application. After the second applications, there was no statistically significant difference between the inquiry skill scores of the students in both groups ( $t(46) = -.363$ ,  $p > .05$ ). This indicates that the research-inquiry skills of the students in the experimental group



( $X=45.833$ ) and control group ( $X=46.500$ ) had statistically close values after the second experimental applications, activities based on inquiry and argumentation.

**Table 7***ANOVA Results of the Experimental Group Inquiry Skills Scale*

Source	Sum of Squares	DF	Mean Squares	<i>F</i>	<i>p</i>	Eta square	Mean Difference
Between groups	221.514	23	9.631				
Within groups	322.583	2	161.292	4.550	.016	.165	2-3
Error	1630.750	46	35.451				
Total	2174.847	71					

Table 7 shows that there was a significant difference between the inquiry pretest, mid-test and posttest scores of the students in the experimental group ( $F(2-46)=4.550$ ;  $p<.05$ ). When the inquiry skills pre-test ( $X=41.000$ ), mid-test ( $X=41.791$ ) and posttest ( $X=45.833$ ) mean scores were examined, the inquiry skill mid-test mean scores of the students in the experimental group were statistically significantly lower than the posttest mean scores.

**Table 8***ANOVA Results of the Control Group Inquiry Skills Test*

Source	Sum of Squares	DF	Mean Squares	<i>F</i>	<i>p</i>	Eta square	Mean Difference
Between groups	345.995	23	15.043				
Within groups	467.861	2	233.931	5.806	.006	.202	1-2
Error	1853.472	46	40.293				
Total	2667.328	71					

As it is clear in Table 8, there was a statistically significant difference between the inquiry pre-test, mid-test and post-test scores of the control group students ( $F(2-46)=5.806$ ;  $p<.05$ ). When the inquiry skills pretest ( $X=41.583$ ), mid-test ( $X=47.375$ ) and posttest ( $X=46.500$ ) mean scores were examined, the inquiry skill mid-test mean scores of the students in the control group were statistically significantly higher than the pretest mean scores.

**Results of Science Process Skill Scores**

There was no statistically significant difference between the science process skills scores of the students in the experimental and control groups prior to the applications ( $t(46) = 1.502$ ,  $p > .05$ ). According to this result, the science process skills of the students in the experimental group ( $X=44.125$ ) and control group ( $X=41.250$ ) were statistically close before the argumentation and inquiry-based applications (Table 9).

**Table 9***Independent Sample t-Test Results of the Science Process Skills Test*

Measurements	Groups	N	$\bar{X}$	SD	DF	<i>t</i>	<i>p</i>	Eta square
SPS1	Experiment	24	44.125	6.583	46	1.502	.140	.047
	Control	24	41.250	6.674				
SPS2	Experiment	24	49.917	8.188	46	1.236	.223	.032
	Control	24	47.250	6.680				
SPS3	Experiment	24	56.917	8.027	46	.692	.492	.010
	Control	24	55.541	5.501				

In the first applications, while argumentation-based activities were applied to the experimental group, inquiry-based activities were applied to the students in the control group. After the first applications, there was no statistically significant difference between the science process skill scores of the students in the both groups ( $t(46) = 1.236, p > .05$ ). According to this result, the argumentation skill scores ( $X=49.917$ ) of the students in the experimental group to whom the argumentation-based activities were applied were statistically equivalent to the argumentation skill scores ( $X=47.250$ ) of the control group students who were applied the inquiry-based activities.

After the mid-tests, the activities applied to the experimental and control groups were crossed over. As for the second implementation, while inquiry-based activities were applied to the experimental group, argumentation-based activities were applied to the control group. After the second applications, there was no significant difference between the science process skill scores of the two groups ( $t(46) = .692, p > .05$ ). According to this result, the science process skills of the students in the experimental group ( $X=56.917$ ) and control group ( $X=55.541$ ) had statistically close values after the second experimental applications, which were based on inquiry and argumentation.

**Table 10***ANOVA Results of the Experimental Group Science Process Skills Test*

Source	Sum of Squares	DF	Mean Squares	<i>F</i>	<i>p</i>	Eta square	Mean Difference
Between groups	708.329	23	30.797				1-2
Within groups	1969.361	2	984.681	23.899	.000	.510	1-3
Error	1895.306	46	41.202				2-3
Total	4572.996	71					

According to the findings in Table 10, there was a statistically significant difference between the science process skills pretest, mid-test and posttest scores of the students in the experimental group ( $F(2-46)=23.899; p<.05$ ). When the science process skills pretest ( $X=44.125$ ), mid-test ( $X=49.917$ ) and posttest ( $X=56.917$ ) mean scores were examined, the science process skills pretest mean scores of the students in the experimental group were significantly lower than both the mid-test and posttest mean scores. In addition, the posttest mean scores were also significantly higher than the mid-test mean scores.

**Table 11***ANOVA Results of the Control Group Science Process Skills Test*

Source	Sum of Squares	DF	Mean Squares	<i>F</i>	<i>p</i>	Eta square	Mean Difference
Between groups	436.551	23	18.980				1-2
Within groups	2472.028	2	1236.014	39.558	.000	.632	1-3
Error	1437.306	46	31.246				2-3
Total	4345.885	71					

Table 11 indicates that there was a significant difference between the science process skills pretest, mid-test and posttest scores of the students in the control group ( $F(2-46)=39.558; p<.05$ ). When the science process skills pretest ( $X=41.250$ ), mid-test ( $X=47.250$ ) and posttest ( $X=55.541$ ) mean scores were examined, the science process skills pretest mean scores of the control group students were significantly lower than both the mid-test and posttest mean scores. In addition, the posttest mean scores were also significantly higher than the mid-test mean scores.

## Discussion

When the results regarding the student groups who were applied argumentation and inquiry-based science teaching were examined, it was found out while there was no significant difference between the two groups, the argumentation skills of the students in the experimental and control groups increased according to their participation in the argumentation-based science activities. The reason for this is students, in argumentation-based science activities, construct their own arguments on a discussion topic according to the argumentation model presented to them and gain skills such as argument, data, reasoning, supporting and refuting, which are the components of the argumentation model. In the inquiry-based science teaching approach, there is no significant difference in argument making skills because they do not use argument components directly, though they do research and inquiry.

The findings of the studies in the literature were parallel to those of the study. Pre-service science teachers participated in argumentation-based practices in the physics laboratory course and these practices had a positive effect on their argumentation skills (Demircioğlu & Uçar, 2012). Undergraduate students involved in argumentation-based laboratory practices significantly improve their skills of using evidence and reasoning to support a claim (Zohar & Nemet, 2002). On the other hand, Erduran et al. (2004) reported that there was no significant difference between the groups at the end of the research they conducted with the teachers. Engaging in argumentation, producing oral and written arguments improves scientific knowledge and abilities (Sampson et al., 2010). In the literature, there are studies showing that the scientific argumentation skills of undergraduate students who attend inquiry-based chemistry teaching course increase significantly compared to those who attend the chemistry course given by the traditional method (Septyastuti et al., 2021). Inquiry-based learning is a method that develops knowledge, skills and science process skills of teacher candidates. In addition, the argumentation and inquiry skills of pre-service science teachers improved in laboratory studies using inquiry and argumentation activities together (Ozdem et al., 2013).

The second important finding of the study is the inquiry skills of the students who participated in the inquiry-based science teaching course increased. At the end of the study, there was no significant difference between the two groups. The studies in the literature supported the results of this study. In an experimental study in which argumentation-based science teaching practices were carried out, students' inquiry skills did not differ significantly (Yıldırım & Can, 2018). The argumentation-based science teaching did not cause a significant difference in inquiry skills. In classroom environments organized according to inquiry-based science teaching, opportunities are provided for students to learn concepts and information in a meaningful way so that they can make inquiry and understand the nature of science by questioning it.

In parallel with the findings of this study, the science process skills and inquiry skills of the students who participated in the argumentation-based science learning biology laboratory practice did not change statistically. However, they affected their argumentation skills and their willingness to do research (Nazlı, 2019). Some of the studies in the literature show that argumentation-based activities enhance inquiry skills. Students' high-level cognitive skills, social judgment, ability to use language, scientific acculturation, being science literate, understanding the nature of science, and inquiry skills increase with argumentation-based science teaching (Jimenez-Aleixandre & Erduran, 2007). In inquiry-based science teaching classes, there are many roles teachers undertake and roles that they assign to students. For this reason, both the teacher and the students are active in the

formation of an inquiry-based classroom culture. It is common for teachers and students to think and question in the process. Therefore, prospective teachers' inquiry skills will develop significantly at the end of this process, and it is supported in the light of studies in the literature (Ecevit & Kaptan, 2019). The studies highlight that teacher candidates need a teacher and an inquiry-based classroom environment in which they can take a role as in this study. Also, they need practices where they can gain experience by living the process themselves (Kabataş Memiş, 2017).

The third finding of the study is that the science process skills of the students in the experimental and control groups increased significantly after both argumentation and inquiry-based science teaching practices. There was no significant difference between the pre-test, mid-test and post-test scores of the students in the experimental group and the control group. The science process skills of the students in the experimental group and control group increased significantly regardless of the applications they participated in and the order of these applications. Many studies in the literature claim that there are different effects of both inquiry-based and argumentation-based science teaching on pre-service teachers and students' science process skills. Tatar (2006) found that inquiry-based science teaching was significantly effective on students' science process skills. Similarly, Şimşek and Kabapınar (2010) demonstrated in their experimental study that inquiry-based learning environments are effective on students' science process skills and conceptual learning.

There are many studies in the literature revealing the positive effects of argumentation-based science teaching on science process skills. Karakuş and Yalçın (2016) demonstrated the positive effect of argumentation-based science teaching on science process skills through their meta-analysis study. The practice of argumentation in science teaching with pre-service teachers has positive effects on both science process skills and thinking skills. In this study, pre-service teachers were able to defend their thoughts against other participants by using the argumentation process effectively (Aydın & Kaptan, 2014). The use of science process skills in experiments helps both pre-service teachers and students to comprehend and apply the steps of scientific study. Students' designing experiments in advance, forming hypotheses, researching, research-questions, in short, reaching their results by experiencing the process in which scientists construct scientific knowledge enables them to think scientifically (Richmond & Shriley, 1996). Similarly, within the scope of argumentation-based science teaching, pre-service teachers defend their claims by using the right justifications and evidence like a scientist (Aslan, 2016). In the argumentation-based science teaching process, it is likely that pre-service science teachers will develop their science process skills as they try to reach scientific knowledge and do research in the role of a scientist for the solution of a given experiment or problem. In this process, pre-service teachers are expected to design experiments, put forward a product, choose the correct and appropriate one among more than one different claims, and report the claim they have chosen by supporting it with appropriate evidence. In this way, it is possible to improve science process skills of pre-service teachers who participate in both argumentation and inquiry-based science teaching.

### **Conclusion**

The findings of the current study are important as it proves that the argumentation and inquiry-based laboratory practices improved pre-service teachers' argumentation and inquiry skills. For this reason, it is obvious that there is a need for argumentation-supported inquiry-based laboratory practices to develop both argumentation and inquiry-inquiry skills in future studies.

Both teaching practices are effective in developing science process skills. For this reason, it is recommended to use the laboratory environment for the development of science process skills in future studies and to use argumentation and inquiry-based activities that allow students to use science process skills.

Instead of implementing programs based on short-term lectures without in-class practices, there is a need for long-term teacher training and professional development programs in which teachers and prospective teachers plan, implement and experience argumentation-based science teaching, and participants observe and discuss each other's lesson experiences.

This study is limited to third-year prospective teachers studying in the science teaching department of a state university. It is based on participants' self-report data collected through scales and tests to determine their argumentation, inquiry and science process skills. In this context, it is recommended to collect in-depth information by using qualitative research methods such as interviews and observations in addition to scales and tests.

**Ethical Approval:** *This research was conducted with the permission of Aydın Adnan Menderes University Educational Research Sub-Ethics Committee with the decision dated 01/02/2022 and numbered 02/V.*

**Conflict Interest:** *The authors declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.*

**Authors Contributions:** *The authors declare that they have contributed equally to the article.*

## References

- Aktamış, H., & Pekmez, E. Ş. (2011). A study of developing scientific process skills inventory towards science and technology course. *Buca Faculty of Education Journal*, (30), 192-205.
- Arı, Ü., Peşman, H., & Baykara, O. (2017). Interaction of effect upon remediating prospective science teachers' misconceptions by guidance level in inquiry teaching with science process skills. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 6(1), 304-321.
- Aslan, S. (2016). Argumentation based activities in the laboratory: The effect of on science process skills and attitudes towards laboratory course. *Hacettepe University Journal of Education*, 31(4), 762-777.
- Aydın, Ö., & Kaptan, F. (2014). Effect of argumentation on metacognition and logical thinking abilities in science–technology teacher candidate education and opinions about argumentation. *Journal of Educational Sciences Research*, 4(2), 163-188.
- Balım, A. G., & Taşkoyan, S. N. (2007). Developing measurement of inquiry learning skills perception in science. *Buca Faculty of Education Journal*, 21, 58-63.
- Demircioğlu, T., & Ucar, S. (2012). The effect of argument-driven inquiry on pre-service science teachers' attitudes and argumentation skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 5035-5039.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science education*, 84(3), 287-312.

- Ecevit, T., & Kaptan, F. (2019). Describing the argument based inquiry teaching model designed for gaining the 21st century skills. *Hacettepe University Journal of Education*, 36(2), 470-488. doi: 10.16986/HUJE.2019056328
- Erduran, S. & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. New York: Springer.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPPING into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.
- Frey, B. B., Ellis, J. D., Bulgreen, J. A., Hare, J. C., & Ault, M. (2015). Development of a test of scientific argumentation. *Electronic Journal of Science Education*, 19(4), 1-18.
- Gould, J. E. (2002). *Concise handbook of experimental methods for the behavioral and biological sciences*. Boca Raton: CRC Press.
- Günel, M., Kabataş Memiş, E., & Büyükkasap, E. (2009). The effects of writing to learn activities and students' analogy construction on learning mechanic unit at the university level. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty*, 29(2), 401-419.
- Hiğde, E., & Aktamış, H. (2018). Adaptation of test of scientific argumentation into turkish. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 12(1), 228-248
- Jiménez-Aleixandre, M. P. & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. S. Erduran and M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (s. 3-28). New York: Springer.
- Kabataş Memiş, E. (2017). Opinions of teacher candidate on small group discussions in argumentation applications. *Kastamonu Educational Journal*, 25(5), 2037-2056.
- Karakuş, M., & Yalçın, O. (2016). The effect of the argumentation-based learning in science education to the academic achievement and scientific process skills: A meta-analysis study. *Anadolu University Journal of Social Sciences*, 16(4), 1-20.
- Karasar, N. (2007). *Scientific research methods*. Ankara: Nobel Publication Distribution.
- Ministry of Education. (2018). *Science lesson (3. 4. 5. 6. 7. 8.) curriculum*, Ankara.
- National Research Council (NRC) (2000). *Inquiry and the national science education standards*. DC: National Academies Press, Washington.
- Nazlı, C. (2019). *Effects of the laboratory report based on science writing heuristic approach on the science process skills, questioning skills and quality of argumentative writing*. Doctoral dissertation, Yozgat Bozok University, Institute of Science.
- Osborne, J., & Ratcliffe, M. (2002). Developing effective methods of assessing ideas and evidence. *School Science Review*, 83(305), 113-123.
- Ozdem, Y., Ertepinar, H., Cakiroglu, J., & Erduran, S. (2013). The nature of pre-service science teachers' argumentation in inquiry-oriented laboratory context. *International Journal of Science Education*, 35(15), 2559-2586.

- Richmond, G. & Shriley, J. (1996). Making meaning in classrooms: social processes in small group discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 839–858.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2010). 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.
- Septyastuti, H. L., Sutrisno, & Widarti, H. R. (2021, March). The effectiveness of inquiry-based learning with OE3R strategy for scientific argumentation skill. In *AIP Conference Proceedings*, 2330(1), 1-6. AIP Publishing LLC. <https://doi.org/10.1063/5.0043148>
- Şen, C. & Vekli, G. S. (2016). The impact of inquiry-based instruction on science process skills and self-efficacy perceptions of pre-service science teachers at a university level biology laboratory. *Universal Journal of Educational Research*, 4(3), 603-612.
- Şimşek, P., & Kabapınar, F. (2010). The effects of inquiry-based learning on elementary students' conceptual understanding of matter, scientific process skills and science attitudes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1190-1194.
- Tatar, N. (2006). *The effect of inquiry-based learning approaches in the education of science in primary school on the science process skills, academic achievement and attitude*. Gazi University, Institute of Education Sciences (Unpublished Dissertation)
- Toulmin, S. (2003). *The uses of argument*. Cambridge University Press (Updated edition). New York.
- Walton, D. (2006). Examination dialogue: An argumentation framework for critically questioning an expert opinion. *Journal of Pragmatics*, 38(5), 745-777.
- Wood, W. B. (2003). Inquiry-based undergraduate teaching in life sciences at large research universities: A perspective on the Boyer commission report. *Cell Biology Education*, 2, 112-116.
- Yıldırım, C., & Can, B. (2018). The effects of argumentation supported problem based learning on students' inquiry learning skill perceptions. *Pamukkale University Journal of Education*, 44, 251-277. doi: 10.9779/PUJE.2018.217
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.