

## Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) Destekli STEM Eğitiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin İletişim, Bilimsel Yaratıcılık ve Problem Çözme Becerileri ile Eleştirel Düşünme Eğilimine Etkisi\*

### The Effect of Argumentation-Based Inquiry (ABI) Supported STEM Education on 7th Grade Students' Communication, Scientific Creativity and Problem Solving Skills with Critical Thinking Disposition<sup>†</sup>

Çağla Kutru<sup>1</sup>, Funda Hasançebi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doktora Öğrencisi, Hacatetepe Üniversitesi, [caglakutru@gmail.com](mailto:caglakutru@gmail.com), (<https://orcid.org/0000-0002-5373-6172>)

<sup>2</sup>Sorumlu Yazar, Doç. Dr., Giresun Üniversitesi, [funda.hasancebi@giresun.edu.tr](mailto:funda.hasancebi@giresun.edu.tr), (<https://orcid.org/0000-0001-9365-940X>)

**Geliş Tarihi:** 01.08.2023

**Kabul Tarihi:** 31.01.2024

#### ÖZ

Yenilikçi eğitim yaklaşımlarından olan Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme ve STEM'in 21. yy. becerilerinin gelişmesine olan katkısı bu araştırmanın odak noktasını oluşturmaktadır. Araştırmanın amacı, Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme destekli STEM eğitiminin 7.sınıf öğrencilerinin iletişim, bilimsel yaratıcılık ve problem çözme becerileri ile eleştirel düşünme eğilimlerine etkisini belirlemektir. Araştırmada karma araştırma yöntemlerinden açılımlayıcı desen kullanılmıştır. Katılımcılar Karadeniz Bölge'sinde bulunan bir ortaokulda öğrenim gören, 11 öğrencidir. Araştırmada Bilimsel Yaratıcılık Testi, California Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği, İletişim Becerileri Değerlendirme Ölçeği, Problem Çözme Becerileri Envanteri ve Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formu ile elde edilen nitel verilerin analizinde içerik analizi ölçeklerden elde edilen nicel veriler için Wilcoxon İşaretleli Sıralar Testi ve Kendall's Tau analizi kullanılmıştır. Araştırmada öğrencilerin bilimsel yaratıcılık, eleştirel düşünme, iletişim ve problem çözme becerilerinin Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme destekli STEM eğitimiyle geliştiği tespit edilmiştir. Problem çözme becerisi ile eleştirel düşünme becerisi arasında ve problem çözme ile iletişim becerisi arasında pozitif yönlü ve orta düzeyde ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca iletişim becerisi ile eleştirel düşünme becerisi arasında pozitif yönlü ve yüksek düzeyde ilişki olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerde ATBÖ destekli STEM etkinliklerinin hem kalıcı ve eğlenceli öğrenmeyi, özgüveni, derse karşı ilgiyi ve sınıf etkileşimini artırdığını hem de yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme ve araştırma sorgulama gibi becerilerin gelişmesine katkı sağladığını belirtmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ), STEM eğitimi, 21. yy. becerileri, fen eğitimi, iletişim becerisi, eleştirel düşünme eğilimi, bilimsel yaratıcılık, problem çözme becerisi.

\*Bu çalışma birinci yazara ait yüksek lisans tezinin bir bölümünden üretilmiştir.

<sup>†</sup>This article was produced as part of the first author's master's thesis.

## ABSTRACT

The contribution of Argumentation-Based Inquiry (ABI) and STEM, which is one of the innovative educational approaches, to the development of 21<sup>st</sup> century skills is the focus of this research. The aim of the research is to examine the effect of STEM education supported by Argumentation-Based Inquiry on 7th grade students' communication, scientific creativity and problem solving skills with critical thinking disposition. Exploratory design from mixed research methods was used in the study. The participants were 11 students from a secondary school in the Black Sea Region. Scientific Creativity Test, California Critical Thinking Disposition Test, Communication Skills Assessment Scale, Problem Solving Skills Inventory and Semi-structured Interview Form were used in the study. Content analysis was used to analyse the qualitative data obtained from the semi-structured interview form and Wilcoxon Signed Ranks Test and Kendall's Tau were used to analyse the quantitative data obtained from the scales. In the study, it was determined that students' scientific creativity, critical thinking, communication and problem solving skills improved with STEM education supported by Argumentation-Based Science Learning. It was concluded that there was a positive and moderate relationship between problem solving skills and critical thinking skills and between problem solving and communication skills. In addition, it was determined that there was a positive and high level relationship between communication skills and critical thinking skills. The students stated that STEM education supported by Argumentation-Based Inquiry activities increased both permanent and fun learning, self-confidence, interest in the lesson and classroom interaction, and contributed to the development of skills such as creativity, critical thinking, problem solving and research and inquiry.

**Keywords:** Argumentation-Based Inquiry, STEM education, 21<sup>st</sup> century skills, science education, communication skills, critical thinking disposition, scientific creativity, problem solving skills.

## GİRİŞ

21. yüzyılda öğrencilerin farklı disiplinleri kullanarak argüman oluşturabilmeleri ve oluşturdukları argümanlardan yola çıkarak iddialarını sunmaları ve karşı iddiaları da çürütüyor olabilmeleri beklenmektedir (Hasançebi, 2014; MEB, 2013, 2018). Bununla birlikte öğrencilerden Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) gibi disiplinleri günlük yaşamlarında kullanmaları ve buradan yola çıkarak kendi argümanlarını oluşturabilmeleri hedeflenmektedir (Amgoud & Prade, 2009; Boran, 2014; Gülen & Yaman, 2018). Günümüzde kullanılan fen bilimleri öğretim programı incelendiğinde öğrencilerin meraklarını gidererek, çevrelerinde var olup bitenleri gerekçelendirmelerle açıklayıp argümanlar oluşturmaları ve bunu yaparken farklı disiplinlerden yararlanmaları amaçlanmaktadır (Demircioğlu, 2011). Ayrıca STEM eğitimi yaklaşımının fen bilimleri eğitimindeki uygulamalarına yönelik olarak yapılan araştırmalarda göze çarpan en temel sorunlardan biri STEM yaklaşımının ders sürecindeki entegrasyonunun nasıl yapılması gerektiğidir (Yıldırım & Altun, 2015). Alan yazında STEM eğitiminin ders sürecine entegre edilmesinin mühendislik tasarım süreci, probleme dayalı öğrenme, tasarım temelli fen eğitimi ve 5E modeli ile yürütülebildiği görülmektedir (Bozkurt, 2014; Honey vd., 2014). STEM eğitiminin etkililiğini artırmak için kullanılacak olan öğretim yöntemlerinden biri STEM eğitiminde yer alan fen ve matematik disiplinlerinde birçok beceriyi destekleyen argümantasyon yaklaşımıdır (Demircioğlu & Uçar, 2014). Bu konuda Gülen (2016) argümantasyon yaklaşımının STEM eğitiminin entegrasyonunda kullanılabileceğine dikkat çekmiştir.

Argümantasyonun, matematik dersinde öğrencilerin teorilere yönelik tahminlerde bulunmalarını, denklemleri anlamalarını, iddialar oluşturup gerekçelendirme yapabilmelerini ve eleştirel bir bakış açısıyla gerektiği durumlarda iddialarını değiştirmelerini sağlarken fen bilimleri dersinde ise öğrencilerin eleştirel düşünme, üst bilişsel düzeyde akıl yürütme ve karar verme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı belirtilmektedir (Zhou, 2010). Argümantasyonun fen bilimleri ve matematik disiplinlerinin yanı sıra STEM eğitimi içerisinde yer alan mühendislik ve teknoloji disiplinlerinde de başvurulabilecek bir yaklaşım olduğu belirtilmiştir (Mathis vd., 2017). Bu bağlamda argümantasyonun mühendislik disiplininde kullanılabilecek

etkili yöntemlerden biri olduğu söylenebilir. Çünkü mühendislerin var olan bir probleme çözümler oluştururken problemin sınırlılıklarını ve ihtiyaçlarını belirlemeleri veya tasarımlarını savunabilmeleri için gerekçelere bağlı argümanlar oluşturmaları gerekmektedir (Ball vd., 2015). Bu kapsamda argümantasyonun fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarında etkili olmasından yola çıkarak bu disiplinlerin bütünleştirildiği STEM yaklaşımı ile entegre edilmesinin önemli sonuçlar doğurabileceği düşünülebilir. Dolayısıyla bu araştırmanın odak noktasını da argümantasyon ve STEM yaklaşımının entegre edilmesi ve bunun öğrencilerin iletişim, eleştirel düşünme, bilimsel yaratıcılık ve problem çözme becerilerine etkisi oluşturmaktadır.

### **1.1. Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Yaklaşımı**

Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) yaklaşımı bilimsel argüman oluşturma temeli ve oluşturulan bilimsel argümanların geliştirilmesi, ilettilmesi için bir araç olarak geliştirilmiştir (Hands & Keys 1999). Bu yaklaşımın sınıf ortamına canlılık katmak ve öğrenmenin bir parçası olan rapor yazmak gibi iki önemli özelliği içermesi önemlidir (Hands & Keys 1999; Poock, 2005). ATBÖ yaklaşımı; öğrencilerin merak ettikleri konular hakkında araştırma başlangıcında sorularını, uygulamalar sonrasında iddialarını oluşturduğu, oluşturdukları iddialarına yönelik delillerini sunduğu, küçük ve büyük grup (tüm sınıf) aktif müzakerelerin gerçekleştiği (Nam vd., 2011), müzakere sürecinde iddialara ilişkin açıklamalarda bulunulduğu, savunulduğu aynı zamanda birinin iddiasının diğeri tarafından değerlendirilip eleştirildiği (Chin & Osborne, 2010) ve karşı argümanların oluşturulduğu öğrenme yaklaşımıdır. İddiaların sunulduğu süreçte tüm gruplar karşılıklı iddia ve delilleri paylaşırken tartışmakta, birbirini ikna etmeye, çürütmeye veya desteklemeye çalışmaktadır. Ayrıca öğrenciler bu süreçte bireysel olarak ATBÖ raporunu yazmaktadırlar (Yeşildağ Hasağçebi, 2021b).

### **1.2. STEM**

STEM eğitimi, Amerika Birleşik Devletleri tarafından fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin birlikte kullanılması ve bütünleştirilmesi amacıyla Ulusal Bilim Kurulu tarafından ortaya çıkarılmıştır (Bybee, 2013; Californians Dedicated to Education Foundation, 2014). STEM, fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematiği içerisinde barındıran ve bu dört disiplinin birkaçını ya da hepsini konular ile günlük yaşam problemleri arasındaki ilişkilere bağlı olarak bir sınıfta, üniteye ya da derste birleştirme çabasıdır (Moore vd., 2014). Bellanca ve Brandt (2010) farklı bir yorum yaparak STEM eğitimi 21. yy. becerilerinden yaratıcılık, eleştirel düşünme, sorgulama, iletişim ve işbirliği becerilerinin kullanılmasıyla özgün bağlamlar içerisinde yenilikçi bir problem çözme düşüncesi olarak tanımlanmışlardır. Kelley ve Knowles'a (2016) göre ise STEM eğitimi öğrencilerin öğrenmelerini zenginleştiren, gerçek bir bağlam içerisinde STEM alanlarının birleştirildiği bir öğretim yaklaşımıdır. Başka bir tanımda ise STEM, teknoloji ve mühendislik tasarım, bilimsel sorgulama, matematiksel analiz ve 21. yy. becerilerini içeren uygulamalarla fen bilimleri ve matematik disiplinlerinin öğretilmesi üzerine entegre edilen bir eğitim yaklaşımı olarak tanımlanmıştır (Johnson, 2013). Ayrıca alanyazında STEM, gerçek yaşam sorunlarının çözümünü kolaylaştıran, çözüme ulaşmak için bir bağlam gerektiren döngüsel ve üretken bir öğrenme faaliyeti olarak tanımlanmaktadır (Salami vd., 2017).

### **1.3. ATBÖ ve STEM Yaklaşımlarının Entegre Edilmesi**

STEM eğitimi içerisinde bulunan bütüncül yaklaşım günlük hayatta karşılaştığımız problemleri STEM disiplinleri ile çözmeyi hedeflemektedir (MEB, 2016). Benzer şekilde ATBÖ süreci de bir problem durumunun veya günlük bir olayın sorgulanması ve ilgili konuda araştırma sorusu oluşturulup bu soruya cevap bulmayı amaçlamaktadır. STEM eğitimi sürecinde karşılaşılan bir problemin farklı disiplinler kullanarak çözülmesi ile ATBÖ yaklaşımında yer alan çözümün farklı kanıtlarla desteklenmesi benzerlik gösterebilmektedir. Çözüme ilişkin

verilerin desteklenmesi için farklı kanıtlar oluşturulması önemlidir (Fairweather, 2008; Çorlu, 2013; Demircioğlu & Uçar, 2014). Bunlar göz önüne alındığında STEM eğitiminin ortaokul öğretim programlarına entegre edilmesinde ATBÖ yaklaşımının kullanılabilir olduğu anlaşılmaktadır (Honey vd., 2014; MEB, 2016; Gülen, 2018). Bu nedenle fen bilimleri dersinin öğretiminde öğrencilerin onlara verilen günlük hayattan bir problem durumunu hem STEM disiplinlerini kullanarak hem de argüman oluşturarak çözmeye çalışmaları, öğrencilerde farklı bir bilimsel yaklaşımın gelişmesine neden olabileceğini düşündürmektedir.

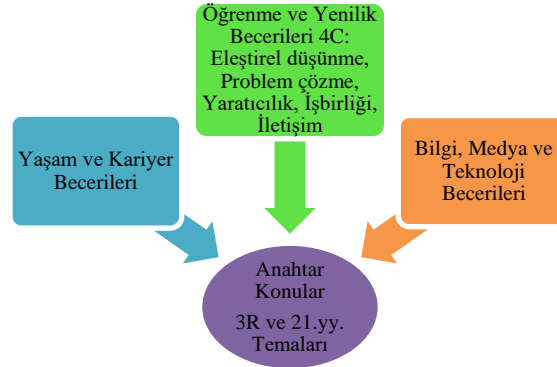
#### **1.4. 21. yy. Becerileri**

Yirmi birinci yüzyılın içinde bulunduğumuz üçüncü on yılında teknolojide meydana gelecek olan gelişmelerle elde edilen ürünler insan beyninin yapabileceği tüm durumları yapabilecek hale gelecek ve zeka yazılımları sayesinde bir bilgisayar 1000 adet insan beynine eşit olacaktır (Kurzweil, 2016). 2040 yılında nanoteknoloji ve beyin çalışmaları beynimizin bir yedeğinin bir bilgisayarda bulunabileceğini öne sürmektedir (Robinson, 2003, s.26). Yaşanacak olan bu gelişmelerle birlikte insanların gelecekte karşılaştıkları problemler değişecek ve daha da karmaşık hale gelecektir (Hacıoğlu, 2017). Problemlerin karmaşıklaşmasıyla çözümün bir disipline ait bilgi ve becerilerle bulunması mümkün olmayacaktır (Benae, 1991; Wang, 2012). Bu nedenle 21. da karşımıza çıkan problemleri çözebilecek, yaşanan gelişmelerin hızına ayak uydurabilecek ve bu çağın gelişimine katkıda bulunabilecek yaratıcı bireylere ihtiyaç ortaya çıkmıştır (Robinson, 2003, s.72). Bu nitelikte insanların yetiştirilmesi için değişimlere uyum sağlayan, yaşam boyu öğrenen ve mesleki anlamda söz sahibi olabilen insanlara ihtiyaç vardır (Tezci & Gürol, 2002; Gündüz & Odabaşı, 2004; İşman & Gürgün, 2008; Ertek vd., 2013; Yamak vd., 2014; Başar, 2018). 21.yüzyılda, bireyler hem iş hayatında hem de eğitim hayatında başarıyı elde edebilmek adına yaratıcı ve eleştirel düşünebilmeli, işbirliği yapabilmeli, yüksek iletişim becerisine sahip olabilmeli, karşılaştığı problemlere çözüm önerileri sunabilmeli, elde etmesi gereken bilgilere nasıl ulaşacağını bilmeli ve tüm bu becerilerini geliştirebilmelidir (Uluyol & Eryılmaz, 2015). Ayrıca bilgiye ulaşırken teknolojiyi kullanabilmeli, yeni fikirlere açık olmalı, farklı üretimler yapabilmeli ve lider olabilme becerilerine sahip olmalı ve bu becerilerini geliştirebilmeleri gerekmektedir (Uluyol & Eryılmaz, 2015). Bu becerilerin bireylerde oluşabilmesi için öncelikle bu becerilerin neler olduğuna, hangi becerilerin nasıl kazandırılması gerektiğine önem verilmelidir.

Bireylerde olması gereken bilişsel, içsel ve kişiler arası beceri ve yetenekler 21. yy. becerileri olarak karşımıza çıkmaktadır (Partnership for 21st Century Skills [P21], 2009; Bybee, 2010; National Research Council [NRC], 2012). 21. yy. becerilerinin neler olduğuna dair birçok sınıflandırma yapılmıştır (OECD, 2005; ACTS, 2007; MEB, 2011; World Economic Forum, 2015). Bu sınıflandırmalar arasında olan P21, başta ABD olmak üzere diğer birçok ülkede binlerce eğitimci ve yüzlerce okulda kullanılan ve 21. yy. becerilerinin gelişimi için öğrenmenin merkezine koyulan bir sistemdir. Bu sistem dijital ve global olarak birbirine bağlanan dünyada öğrencileri başarıya ulaştıracak şartları sağlamaktadır (Van Laar vd., 2017). P21 olarak sınıflandırılan ve uygulama sırasında kullanılan 21. yy. becerileri Şekil 1'de sunulmuştur (P21, 2009).

## Şekil 1

21. yüzyıl öğrenmesine yönelik P21 çerçevesi (*Partnership for 21st Century Skills, 2009*)



Şekil incelendiğinde 21. yüzyılda öğrenciler bağlamında oluşturulmuş olan P21 çerçevesinde, anahtar konular-3R ve 21. yy. temalarının yanı sıra; yaşam ve kariyer becerileri, öğrenme ve yenilik becerileri ile bilgi, medya ve teknoloji becerilerinden oluşmaktadır (P21, 2015). Bu araştırmada P21 temalarından Öğrenme ve Yenilik Becerileri içerisinde bulunan ve 4C olarak tanımlanan eleştirel düşünme, bilimsel yaratıcılık, problem çözme ve iletişim becerilerine odaklanılmıştır.

### 1.4.1. Bilimsel Yaratıcılık Becerisi

Bilimsel yaratıcılık bir probleme çözüm bulabilmenin yanında yeni sorular sorabilmektir (Getzels & Csikszentmihalyi, 1967). Bilimsel yaratıcılıkla ilgili pek çok tanım bulunmaktadır. Örneğin bilimsel yaratıcılık, sıra dışı ve orijinal üstünlüğün kurulduğu bilim ya da bilimsel üretkenliktir (Holmes, 1992). Kocabaş (1993) bilimsel yaratıcılığı araştırma problemlerini formüle ederken aynı zamanda problemin çözümüne yönelik saha oluşturma, problemin özelliklerine ve nedenlerine elverişli olacak şekilde çözüm yolları arama ve bulunan çözüm yollarını sunabilme becerisi olarak tanımlamıştır. Bilimsel yaratıcılığın üretme yeteneği olmasının yanında üretilen ürünün orijinal ve bireysel ya da toplumsal bir değere sahip olması gerektiğine dikkat çeken Hu ve Adey (2002) bilimsel yaratıcılığın diğer yaratıcılıklardan farklı olarak fen dersindeki deneyler, fen aktiviteleri, bilimsel problemler ve çözümleri ile ilgilendiğini vurgulamışlardır. Karmaşık bir yapısı olan bilimsel yaratıcılık bilimsel ya da teknik problemlere yenilikçi bir bakış açısıyla fikirler üretir, çözümler bulur ve bunları yaparken bireysel ya da sosyal kapasiteden yararlanır (Heller, 2007). Yaratıcılık fen öğretim programında doğrudan yaşama becerileri içerisinde sayılan bir beceri olarak yer alırken dolaylı olarak yenilikçi (inovatif) düşünme becerisi ve inisiyatif alma ve girişimcilik yeterlilikleri ile ilişkilidir (MEB, 2018). Fen eğitimi için önemli olan bu becerinin gelişmesine araştırma- sorgulama süreci katkıda bulunabilir. Çünkü sorgulama esnasında yürütülen süreç yaratıcı düşünmeyi gerektiren bir süreçtir (Barrow, 2010).

### 1.4.2. Eleştirel Düşünme Becerisi

21. yy. becerilerinden birisi de eleştirel düşünme becerisidir. Eleştirel düşünme ile ilgili alanyazın incelendiğinde Sokrates'in sorgulama yöntemine dayandığı ve sorgulamanın bir eleştirel düşünme yöntemi olarak ele alındığı görülmektedir (Yıldırım, 2009). Bunun yanı sıra yine alanyazına bakıldığında eleştirel düşünme ile ilgili birçok tanımın olduğu dikkat çekmektedir. Judge, Jones ve McCreery (2009) ve Nosich (2012), eleştirel düşünmenin bir durum ya da bilgi karşısında sorgulama sürecini yürütmenin ve bu süreçte soru sormanın önemine vurgu yapmışlardır. Çünkü eleştirel düşünme soru sorma ve soruların bu sorulara yanıt bulma sürecidir (Banks vd., 1993). Elder ve Paul'a (2010) göre ise eleştirel düşünme, süreci

iyileştirmek için analizler ve değerlendirmeler yaparak yeniden düşünebilme sürecidir. Tüm tanımların ortak yanlarını birleştirici özelliği olan ve Evancho (2002) tarafından yapılan tanım ise bireyin neye inanacağına, ne yapacağı konusunda kararlı olabilmesi, çözümler yapması, değerlendirme sürecinde bilinçli yargılarda bulunması ve yargıları ifade edebilmesi şeklindedir. Eleştirel düşünme becerisi de fen bilimleri öğretim programının içerisinde vurgulanmakta ve fen bilgisi eğitiminde eleştirel düşünme etkinliklerine önem verilmektedir (MEB, 2018).

### **1.4.3. İletişim Becerisi**

İletişim, bir duygunun veya düşüncenin çeşitli yollar vasıtasıyla bir kişiden başka bir kişiye iletimi (Bingöl & Demir, 2011) olup insanlar arasındaki duygu ve düşünce alışverişidir (Cüceloğlu, 1997). Aynı zamanda iletişim; bizim başkalarını başkalarının da bizi anlamalarını sağlayan bir süreçtir (Anderson, 1997; Akt. Ergin & Birol, 2000). Bu süreç kaynak, mesaj, kanal, alıcı ve geri bildirim öğelerini kapsamaktadır (Granvold, 1994). Eğitim bir iletişim süreci olduğundan iletişim becerilerinin kazandırılması ve ölçülmesi eğitim ortamında gerçekleşebilir. Nitekim eğitim süresi boyunca iletişimde olan öğretmen ve öğrenciler adına iletişim becerisi oldukça önemlidir (Genç, 2008). Aynı zamanda iletişim becerisi MEB (2018) fen bilimleri öğretim programında yaşam becerilerinden biridir. Bu nedenle iletişim becerisine fen bilimleri eğitimi kapsamında yer verilmesi ve öğrencilerin iletişim becerilerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılması gerektiği söylenebilir.

### **1.4.4. Problem Çözme Becerisi**

Problem çözme var olan sorunların üstesinden gelmek, belirli bir amaca ulaşmak için etkili çözüm yolları geliştirmek için gösterilen çabalardır. Problem çözme becerisinin herkesin sahip olması gereken temel becerilerden birisi olması, bireylerin yaşamın her kesiminde sorun veya sorunlarla karşılaşabilmesinden kaynaklanmaktadır (Eryılmaz & Uluyol, 2015; Yalçın, 2018). Problemin farkına varma, problemi anlama, problemin çözümü için uygun yöntem belirleme, uygun yöntemi kullanma ve sonuçları değerlendirme aşamalarını içerir ve sistematik bir bütündür. Karşılaşılan sorunlara da bu sistematik yaklaşılmalıdır (Üstündağ & Beşoluk, 2012). 21. yüzyılda problemlerin kısa zaman içerisinde tüm dünyada etkisini gösterir olmasıyla birlikte karmaşık hale gelen yaşam şartları bireylerde problem çözme becerisinin gerekliliğini ortaya koymaktadır (Üstündağ & Beşoluk, 2012). Bu beceriye sahip bireyler karşılaştıkları problemi öncelikle fark eder ve tanımlar, problemlere farklı bakış açılarıyla bakabilir ve çözüm için uygun sorular sorabilir, problemleri geleneksel ve yenilikçi yöntemlerle çözebilirler (Yalçın, 2018). MEB (2018) fen programında da öğrencilerin yaşamlarında karşılarına çıkabilecek problemlere çözümler üretebilmeleri ve bu çözümleri üretirken farklı disiplin alanlarından yararlanmaları beklenerek problem çözme becerisi üzerine vurgu yapılmaktadır. Bu nedenle problem çözme becerisine fen bilimleri eğitimi kapsamında yer verilmesi ve öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılması gerektiği söylenebilir.

Yukarıda kısaca tanımlanan bu becerilerin gelişmesi hem bireyin geleceğe hazırlanması hem de fen eğitiminin hedeflerine ulaşması adına önemlidir. Fen bilimleri eğitiminde 21. yy. becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlayan STEM eğitiminin uygulanma yollarından birisi argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (ATBÖ) yaklaşımı olabilir. Alanyazın incelendiğinde bu yaklaşımların tek tek 21. yy. becerilerini geliştirmek için etkili olduğu görülmüş fakat argümantasyon ve STEM eğitiminin birlikte kullanılmasıyla meydana gelebilecek gelişmelere ilişkin çalışmalar yetersiz olmakla birlikte son yıllarda araştırmaların odağı olmaya başladığı görülmektedir. (Demirel, 2021; Ekici, 2022; Gülen & Yaman, 2018; Honey vd., 2014; Özcan & Demirel, 2021; Sözen, 2022; Yeşildağ-Hasançebi vd., 2021; Yıldırım, 2018). Ayrıca çağdaş yaklaşımlardan argümantasyon ve STEM eğitiminin bütünleştirilmesi öğretmen ve araştırmacılar için örnek temsil edebilir. Bu bağlamda argümantasyon ve STEM eğitiminin bütünleştirilerek kullanılmasının P21 çerçevesinde ele alınan 21. yy. becerilerinin öğrenme ve

yenilik becerileri teması içerisindeki problem çözme, bilimsel yaratıcılık, eleştirel düşünme ve iletişim becerilerini geliştirmede etkisinin incelenmesi amacıyla bu çalışma yürütülmüştür. Araştırma soruları şunlardır:

1. Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) Destekli STEM Eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin iletişim, bilimsel yaratıcılık ve problem çözme becerilerine ve eleştirel düşünme eğilimlerine etkisi nedir?
2. Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) Destekli STEM Eğitimi alan öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimleri, iletişim, bilimsel yaratıcılık ve problem çözme becerileri arasındaki ilişki nedir?
3. 7. sınıf öğrencilerinin Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) Destekli STEM Eğitimi sürecine dair görüşleri nelerdir?

## YÖNTEM

Araştırmada karma araştırma yöntemlerinden açıklayıcı desen kullanılmıştır. Açıklayıcı desen nicel verilerin toplanması ile başlayıp nitel verilerin toplanması ve çözümlenmesi şeklinde gerçekleşmekte olup nitel sonuçlar nicel sonuçların açıklamasına yardımcı olmaktadır (Creswell & Plano Clark, 2018). Araştırmada beceri ve eğilim düzeylerini belirlemek için nicel verileri toplama araçlarından ölçeklere ihtiyaç duyulmuştur. Uygulama süreci ve sürecin öğrenciler üzerindeki etkisini daha ayrıntılı ortayabilmek ve nicel bulguları desteklemek adına yarı yapılandırılmış görüşme yolu ile nitel veriler toplanmıştır.

### 2.1. Çalışma Grubu

Araştırmanın katılımcıları Türkiye'nin Kuzedoğusunda merkeze bağlı bir köy okulunda 7. sınıf düzeyinde öğrenimine devam eden 11 öğrenciden oluşmaktadır. Katılımcı sayısının düşük olmasının sebebi okulun köy okulu olması ve 7. sınıf seviyesinde tek bir sınıfın bulunmasıdır. Katılımcıların belirlenmesinde kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem araştırmacının çevresinden ve kolayca erişilebileceği katılımcıları seçmesi olup veri toplama sürecini daha kısa sürede ve kolay gerçekleştirebilmesini sağlayan bir örnekleme sürecidir (Yıldırım & Şimşek, 2008). Araştırmada bu okulun seçilmesinin nedenleri, büyük ölçekli bir okulda araştırmanın yapılması planlanmasına rağmen pandemi sebebiyle yüz yüze eğitimin sadece köy okullarında devam etmesi ve uygulamayı yapan öğretmenin ATBÖ ve STEM yaklaşımı konusunda bilgi ve tecrübe sahibi olmasıdır. Uygulamayı yapan öğretmen ortaokul seviyesinde benzer araştırmaların yapıldığı akademik çalışmalarda görev almıştır.

### 2.2. Veri Toplama Araçları

#### 2.2.1. Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT)

Ölçek Hu ve Adey (2002) tarafından öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeylerini belirlemek için oluşturulmuştur. Ölçek Kadayıfçı (2008) ile Deniz-Çeliker ve Balım'ın (2012) çalışmalarında Türkçe'ye çevirmiştir. Ölçek ürün geliştirme, alışılmadık kullanımlar, bilimsel imgeler, problemi keşfetme, problem çözümü, ürün tasarımı ve fen deneyi konularının hepsi ile ilgili yedi açık uçlu sorudan meydana gelmektedir. Sorulara verilen cevaplar yaratıcılığın alt boyutları içerisindeki akıcılık, esneklik ve orijinallik bağlamında değerlendirme yapılmıştır. Akıcılık, sorulara verilen cevaplardan her biridir ve üretilen cevap ne kadar fazla ise akıcılık o kadar fazladır. Esneklik, verilen cevapların farklı durumlara uygulanmasıdır. Bunun için cevaplar kategorilere ayrılmıştır ve her kategori esnekliği göstermektedir. Orijinallik ise grupta verilen farklı cevaplardır. Orijinal ölçeğin Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı .89 olarak elde edilmiştir. Bu çalışmada ise ölçekten çıkarılan sonuçların Cronbach alfa güvenilirlik değeri .63 olarak belirlenmiştir. Ayrıca ölçekteki soruların puanlanmasında ve temaların oluşturulmasında üç fen eğitimi uzmanının (fen eğitiminde öğretim üyesi) görüşü alınarak görüşler doğrultusunda ortak görüşlere ulaşılarak analizin güvenilirliği sağlanmıştır.

### **2.2.2. Kaliforniya Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği (CCTDI)**

Kaliforniya Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği [The California Critical Thinking Disposition Inventory (CCTDI)] Facione ve Facione (1992) tarafından geliştirilmiş olup Amerikan Felsefe Derneği tarafından düzenlenen Delphi Projesi kapsamında oluşturulmuştur. Bu projenin ardından tekrar düzenlenmiştir (Facione vd., 1998). CCTDI 'nın orijinalinde 7 alt boyut ve 75 madde bulunmaktadır ve ölçeğin güvenilirliği yani Cronbach alfa değeri .86 olarak elde edilmiştir (Kökdemir, 2003). CCTDI Kökdemir (2003) tarafından Türkçe'ye çevrilmiş ve orijinalinden farklı olarak 6 alt boyuttan ve 51 maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin tipi 6'lı likerttir. Ölçek maddelerindeki yüksek öğretime yönelik bazı ifadeler ortaokul seviyesinde araştırmalarda (Yıldırım & Şensoy, 2011; Erdoğan & Şengül, 2017; Güzel, 2019) yeniden düzenlenmiştir. Bu çalışmada da ölçeğin bu hali kullanılmıştır. Ölçeğin maddeleri; hiç katılmıyorum ve tamamen katılıyorum arasında (1-6) değerlendirilmektedir. Bu çalışmada ise ölçekten elde edilen sonuçların Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı .86 olarak belirlenmiştir. Ölçeğin toplam puanı değerlendirilirken 240 puanın altı “düşük”, 240 ve 300 puanlar arası “orta”, 300 puandan fazlası ise “yüksek” eleştirel düşünme eğilimi şeklinde değerlendirilmektedir (Kökdemir, 2003).

### **2.2.3. İletişim Becerileri Değerlendirme Ölçeği (İBDÖ)**

Korkut (1996) tarafından 5'li likert türünde geliştirilen ölçek 25 madde içermektedir. Ölçekte sırasıyla her zaman, sıklıkla, bazen, nadiren ve hiçbir zaman olacak şekilde 1 ve 5 arasında puanlama yapılmaktadır. Testten elde edilen puanın fazla olması iletişim becerilerinin olumlu anlamda geliştiğini göstermektedir. Korkut (1996) tarafından geliştirilen ölçeğin orijinalinin Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı .76, Köksal ve Çoğmen (2018) tarafından ortaokul öğrencileri ile yürütülen çalışmada ölçeğin Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı .90 olarak elde edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçların Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı .77 dir.

### **2.2.4. Problem Çözme Becerileri Envanteri**

Ölçek öğrencilerin problem çözme becerilerindeki değişimi belirleyebilmek amacıyla Heppner ve Peterson (1982) tarafından geliştirilmiştir. Envanter 6'lı likert tipinde olmakla birlikte 25 maddeden oluşmaktadır. 1 ve 6 arasında puanlama yapılmaktadır. Envanter 3 alt boyuttan oluşmaktadır. Heppner ve Peterson (1982) tarafından geliştirilen ölçeğin orijinalinde Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı .90 olarak bulunmuştur. Kardeş ve arkadaşları (2014) ölçeğin 5.sınıf öğrencileri (285 öğrenci) için yeniden uyarlamasını yapmış ve çalışma sonucunda ölçeğin Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı .74 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada ise ölçekten elde edilen sonuçların Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı .70 olarak belirlenmiştir.

### **2.2.5. Yarı Yapılandırılmış Görüşme**

Araştırma süreci sonunda öğrencilerle bu süreçte kendilerinde meydana gelen değişimlerle ilgili bireysel görüşmeler yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme 8 öğrenci ile bireysel yürütülmüştür. Öğrencilerin geri kalanı ses kaydı alınmasına ilişkin onay vermedikleri için görüşmeye dahil edilememiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formunun geçerliğini artırmak için görüşme soruları iki uzman tarafından incelenmiş ve görüşleri alınarak yeniden düzenlenmiştir. Yarı yapılandırılmış bireysel görüşmeler öğrencilerin kendilerini rahat hissedebilecekleri ve düşüncelerini rahatlıkla ifade edebilecekleri bir ortamda gerçekleştirilmiştir. Ayrıca görüşme sürecinde öğrencilerin görüşlerini etkileyecek davranışlardan kaçınılmış ve düşünceleri ile ilgili herhangi bir yorum yapılmamıştır.

## **2.3. Uygulama Süreci**

Araştırma 2020-2021 eğitim öğretim yılında Pandemi sürecinde eğitim süreci yüz yüze devam eden bir köy okulunda gerçekleştirilmiştir. Uygulama grup çalışması şeklinde



gerçekleşeceği için sürecin başında öğrenciler, kendi seçtikleri arkadaşları ile 2-3 kişilik gruplar oluşturmuş ve uygulama boyunca etkinlikleri grup olarak yürütmüşlerdir. Grupların öğrenciler tarafından oluşturulmasının sebebi grup içerisinde olumlu bir dinamik oluşturulması ve birlikte uyumlu çalışabilmeleridir. Öncelikle öğrencilere ön testler uygulanmıştır. Ön testlerin uygulanmasının ardından Bay Yıldız isimli etkinlik yapılmıştır. Bu etkinlikte öğrencilerden ölen Bay Yıldız'ın kısa hikayesini okuyarak bir dedektif gibi durumu değerlendirmeleri ve katilin kim olduğunu hikayede belirledikleri kanıtlara dayanarak açıklamaları istenmektedir. Bu etkinlik birçok argümantasyon çalışmasında iddia, delil, argüman vb. kavramların anlaşılması için kullanılmıştır (Bilir & Özkan, 2018; Demirbağ, 2011; Hasançebi, 2014; Yeşildağ Hasançebi vd., 2021; Yeşildağ Hasançebi & Günel, 2013). Öğrencileri argümantasyon sürecine hazırlamak amacıyla gerçekleştirilen bu uygulama sonunda argümanın temel bileşenleri olan iddia, delil, veri ve gerekçe kavramlarının ne olduğu ve nasıl oluşturulduğu üzerine tartışılmıştır. Ayrıca STEM eğitiminin ne olduğu ve bu eğitim sürecinin nasıl ilerleyeceği hakkında bilgi verilmiştir. Araştırma süresi boyunca araştırmacı tarafından geliştirilen ATBÖ Destekli STEM Çalışma Kağıdı kullanılmıştır. Bu çalışma kağıdı üç uzman (öğretim görevlisi ve öğretmen) tarafından incelenmiş ve uzman görüşleri sonucunda gerekli düzenlemeler yapılarak hazırlanmıştır. Çalışma kağıdı oluşturulurken mühendislik tasarım temelli STEM eğitiminde kullanılan mühendislik tasarım sürecinin basamakları içerisinde ATBÖ uygulamaları yerleştirilmiştir. ATBÖ Destekli STEM Çalışma Kağıdına ilişkin detaylar Tablo 1' de sunulmuştur.

**Tablo 1**

*ATBÖ Destekli STEM Çalışma Kağıdına Yönelik Detaylı Açıklamalar*

Çalışma Kağıdının Basamakları	STEM İçeriği (mühendislik tasarım temelli)	ATBÖ İçeriği
Problem durumunun verilmesi	Uygulamaya günlük hayat içerisinde bir problemle başlanması	Uygulamaya günlük hayat içerisinde bir problemle başlanması
Problem durumunun öğrenciler tarafından belirlenmesi	Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) sürecinin ilk basamağının uygulanması	Problem durumunun belirlenmesi sırasında grup içi tartışmalar yapılması ve problem durumuna yönelik ATBÖ uygulamasının başlangıcında yer alan araştırma sorusunu belirleme
Problem durumuna yönelik olarak çözüm önerileri oluşturma	MTS sürecinin ikinci basamağının uygulanması *Problem durumunun içerisinde yer alan kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi *Problem durumu ile ilgili neleri biliyoruz, neleri bilmeliyiz kısmının tamamlanması *Çözüm önerisi üretilebilmek ve neler bilmeliyiz kısmını tamamlamak için araştırmalar yapılması	*Problem durumu ile ilgili neleri biliyoruz kısmında ATBÖ sürecinde yer alan başlangıç düşüncelerim kısmının uygulanması *Çözüm önerisi üretilebilmek için problem durumu ile ilgili araştırmalar yapılırken ATBÖ sürecinde yer alan araştırma- sorgulama sürecinin işletilmesi
Problem durumuna yönelik çözüm önerileri içerisinde en iyi çözüm önerisinin seçilmesi	MTS sürecinin üçüncü basamağının uygulanması *Oluşturulan çözüm önerileri arasında en iyi çözüm önerilerini seçerken kriter ve sınırlılıklar bağlamında değerlendirmelerin yapılması	*Çözüm önerilerini kriter ve sınırlılıklar bağlamında değerlendirmek için çözüm önerisine ilişkin yaptıklarım ve bulduklarım bölümünü içermektedir (Gözlem, araştırma veya deney yapma, veri toplama ve bulunan sonuçları değerlendirme) * Grup içerisinde bulduklarından yola çıkarak iddia, delil, gerekçe, sınırlılıklar üzerine düşünme
En iyi çözüm önerisinin belirlenmesinden sonra prototipin yapılması	MTS sürecinin dördüncü basamağının uygulanması *Tasarım yapma	*Tasarımın problemin çözümüne yönelik olduğunu belirtmek için grupça ATBÖ sürecinde yer alan iddia oluşturma ve oluşturulan iddiaları delillerle destekleme *İddia, delil, gerekçe ve sınırlılıkların grup içerisinde tartışmalar sonucunda oluşturulması (Küçük grup tartışması)
Prototipin test edilmesi	MTS sürecinin beşinci basamağının uygulanması *Problemin çözüme ulaşip ulaşmadığına dair test etme	*Grup içerisinde tartışmalar sonucunda oluşturulan iddialar ve delillerin diğer gruplarla paylaşılması ve tartışılması (Büyük grup tartışması) *Tartışma sürecinde gruplar arası karşı argümanların ve desteklemelerin yapılması *ATBÖ uygulamaları içerisinde yer alan bulduklarım-okuduklarım kısmının uygulanması

Tablo 1’de belirtilen tüm süreçler Mühendislik Tasarım Süreci Ekseninde Yapılandırılacak Fen Dersi sürecine yönelik belirlenen araştırmalar ve tasarımlar için ayrı ayrı uygulanmıştır. Uygulama 8 hafta 32 ders saati boyunca gerçekleştirilmiştir. Ön ve son testlerin uygulanması 2 hafta, tasarım ve araştırmaların gerçekleştirilmesi 6 hafta sürmüştür. Uygulama süreci Tablo 2’de özetlenmiştir.

**Tablo 2**

*ATBÖ Destekli STEM Eğitimi Uygulama Süreci*

Aşamalar	ATBÖ destekli STEM Uygulamaları
Aşama 1	Ön testler uygulandı.
Aşama 2	Bay Yıldız isimli etkinlik yapıldı.
Aşama 3	Uzay kirliliği konusunda hazırlanmış olan problem durumu belirlendi.
Aşama 4	Araştırma 1 uygulandı. (ATBÖ uygulaması 1- Uzay Kirliliği)
Aşama 5	Tasarım 1 uygulandı (ATBÖ destekli STEM Uygulaması 1- Afiş Oluşturma)
Aşama 6	Tasarım 2 uygulandı. (ATBÖ destekli STEM Uygulaması 2- Uzay Kirliliği- Araç)
Aşama 7	Tasarım 3 uygulandı. (ATBÖ destekli STEM Uygulaması 3- Karikatür Oluşturma)
Aşama 8	Araştırma 2 uygulandı. (ATBÖ uygulaması 2- Uzay Kirliliği)
Aşama 9	Tasarım 4 uygulandı. (ATBÖ destekli STEM Uygulaması 2- Teleskop)
Aşama 10	Tasarım 5 uygulandı. (ATBÖ destekli STEM Uygulaması 2- Kamu Spotu)
Aşama 11	Son testler uygulandı.

ATBÖ destekli STEM eğitimi süreci, Uzay kirliliği konusuna yönelik olarak hazırlanmış problem durumunun öğrenciye sunulması ile başlamıştır. Öğrenciler öncelikle problem durumunu inceleyip problemde belirtilen kriter ve sınırlılıkları belirlemişlerdir. Daha sonra her grup problemi çözmeye yönelik araştırma sorusu belirleyip bu soruyu cevaplamak için önce araştırmalar yapıp sonrasında da bu araştırmalar ışığında tasarımlarını gerçekleştirmişlerdir. Araştırma kısmına geçiş sürecinde her grup problem durumu ile ilgili neler bildiklerini (başlangıç düşüncelerini) ve neler bilmeleri gerektiğini belirlemişlerdir. Öğrenciler problemin çözümüne ilişkin çözüm önerileri geliştirmişler ve çözüm önerilerini yazılar ve çizimlerle ifade etmişlerdir. Çözüm önerilerinin üretilmesinin ardından kriter ve sınırlılıklar bağlamında değerlendirmeler yapılarak en iyi çözüm önerisi belirlenmiştir. Belirledikleri çözüm önerisi ışığında ayrı ayrı tasarımlarını oluşturmaya başlamışlardır. Ayrıca her grup araştırmalarını, tasarımlarını ve sorularının cevaplarını içeren iddialarını oluşturmuş ve delillerle desteklemişlerdir. Daha sonra gruplar her bir tasarımını sunup ve her grup kendi tasarımlarını ve diğer grupların tasarımlarını kriter ve sınırlılıklar bağlamında değerlendirmişlerdir. Sunma sürecinde her grup tasarımına yönelik olarak oluşturduğu iddialarını belirtmiştir. Bu iddialarını destekleyecek delillerini sunmuşlardır. Diğer gruplar ise benzer deliller elde ettikleri durumlarda destekleyiciler sunmakta veya karşıt deliller elde ettikleri durumlarda ise karşı argüman oluşturarak sürece dahil olmuşlardır. Araştırma Uygulaması 1’in ardından 3 tasarım uygulaması gerçekleştirilmiştir. Uzay kirliliğine yönelik afiş oluşturma tasarımı içerisinde uzay kirliliğinin ne olduğu, neden oluştuğu ve önleyebilmek için neler yapılabileceği konuları yer almaktadır. Bu afişleri öğrenciler PosterDesign programı ile teknolojiyi kullanarak tasarlamıştır. Afiş tasarımının bir parçası olan uzay kirliliğini önlemek için neler yapılabileceğinden yola çıkılarak oluşturulan ikinci tasarım uzay aracı tasarımıdır. Öğrenciler üç boyutlu olarak hazırladıkları uzay araçlarında uzay kirliliğine sebep olan nesnelere toplamayı amaçlamıştır. Uzay kirliliği hakkında insanlara bilgi vermek ve bilinçlendirmek için eğlenceli karikatürler üçüncü tasarımıdır. Bu tasarımı öğrenciler Paint üzerinden oluşturmuştur. Bu sürecin ardından Araştırma uygulaması 2, Tasarım uygulaması 4 ve Tasarım uygulaması 5 gerçekleştirilmiştir. Tasarım uygulaması 4 kapsamında uzay kirliliğini gözlemleyebilmek için üç boyutlu bir şekilde teleskop tasarımı yapmıştır. Bu tasarımların tamamı sınıf içerisinde değerlendirilmiştir. Sınıf içerisindeki değerlendirmelerden sonra öğrenciler Tasarım uygulaması 5’de konu ile ilgili kamu spotu hazırlamıştır. Hazırlanan bu kamu spotları fen bilimleri eğitimi alanında uzman (fen bilimleri eğitimi doktorasını tamamlamış öğretim üyeleri ve araştırma görevlileri) olan bilim

insanlarına gönderilmiştir. Bilim insanları kamu spotlarını araştırmacı tarafından hazırlanan ve üç uzman görüşüne başvurularak düzenlenen Kamu Spotu Değerlendirme Ölçeği ile değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirmeler sonucunda öğrenciler kendi tasarımlarını tekrar gözden geçirmiş, kriter ve sınırlılıklar bağlamında tekrar düzenleyerek kamu spotlarına son şekillerini vermişlerdir. Ayrıca her bir araştırma ve tasarım sonrasında öğrenciler ATBÖ uygulamaları içerisinde yer alan bulduklarım-okuduklarım uygulamasını da gerçekleştirmişlerdir.

#### 2.4. Veri Analizi

Araştırmada veri toplama araçlarından ulaşılan verileri analiz etmek için istatistiksel analiz yöntemleri yürütülmüştür. İstatistiksel olarak analizleri gerçekleştirebilmek için SPSS programı kullanılmıştır. Öğrencilerin 21. yy. becerilerinin uygulama öncesi ve sonrası verilerinin karşılaştırılması için nanparametrik testlerden Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi (N<30 olduğu için) ve bu becerilerin aralarındaki ilişki durumunun analizi için Kendall's Tau kullanılmıştır. Nitel verilerin analizi için içerik analizi kullanılmıştır. Transkrip edilen görüşmeler içerik analizi kapsamında kodlanmıştır. Veriler analiz edilirken araştırmacı tarafından iki kez 3 hafta ara ile analiz edilmiştir. Kodlamalar arası tutarlık %90 olarak belirlenmiştir. Analiz sonunda veriler üç tema altında toplanmıştır. Bu temalar uygulama sürecinin olumlu yanları, yaşanan sıkıntılar ve 21.yy becerileridir.

## BULGULAR

ATBÖ Destekli STEM Eğitiminin 7.sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme ve iletişim becerilerinin gelişimine etkisini incelemek için gerçekleştirilen bu araştırmada elde edilen bulgular alt başlıklar şeklinde sunulmuştur.

### 3.1. ATBÖ Destekli STEM Etkinliklerinin Bilimsel Yaratıcılık Becerilerine Etkisi

Öğrencilerin ATBÖ destekli STEM eğitiminin bilimsel yaratıcılık becerilerine etkisini belirlemek için uygulamalar öncesi ve sonrası Bilimsel Yaratıcılık Testi uygulanmıştır. Öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının alt boyutları ile ilgili ön test ve son teste yönelik betimleyici istatistiklere ilişkin bulgular Tablo 3'de sunulmuştur.

**Tablo 3**

*Öğrencilerin Bilimsel Yaratıcılık Testi'ne Yönelik Ön ve Son Teste İlişkin Betimleyici İstatistiklere İlişkin Bulgular*

Alt boyutlar	Ön Test				Son Test		
	N	Md	Min	Mak	Md	Min	Mak
Akıcılık	11	9.00	7.00	15.00	17.00	13.00	22.00
Esneklik	11	3.00	2.00	8.00	9.00	4.00	13.00
Öznellik	11	6.00	2.00	8.00	8.00	6.00	11.00
Test Toplam	11	17.00	12.00	29.00	34.00	23.00	44.00

Md: Medyan, Min:Minimum, Mak:Maksimum puan

Tablo 3 genel olarak incelendiğinde bilimsel yaratıcılık test toplam puanı ve tüm alt boyutlara ait ortalama puanlarda uygulama sonrasında artış olduğu belirlenmiştir. Bu artışın anlamlı olup olmadığını belirlemek için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi yapılmış ve sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

**Tablo 4**

*Öğrencilerin Bilimsel Yaratıcılık Testi Ön ve Son Test Ölçümlerinin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular*

Son test-Ön Test		N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Akıcılık	Negatif sıra	1	1.50	1.50	2.80	.005
	Pozitif sıra	10	6.45	64.50		
	Eşit	0				
Esneklik	Negatif sıra	1	2.00	2.00	2.76	.006
	Pozitif sıra	10	6.40	64.00		
	Eşit	0				
Öznelik	Negatif sıra	0	.00	.00	2.68	.007
	Pozitif sıra	9	5.00	45.00		
	Eşit	2				
Test toplam puan	Negatif sıra	1	1.00	1.00	2.84	.004
	Pozitif sıra	10	6.50	65.00		
	Eşit	0				

Negatif sıralar temeline dayalı

Bilimsel Yaratıcılık Testi'ne ait ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında öntest toplam puanında (Md=17.00) ile son test toplam puanında (Md=34.00),  $z= 2.84$ ,  $p<.05$ ,  $r=.85$  ve bilimsel yaratıcılığın tüm alt boyutlarında; akıcılık ön test (Md=9.00) ile son test (Md=17.00) ,  $z= 2.80$ ,  $p<.05$ ,  $r=.84$ , esneklik ön test (Md=3.00) ile son test (Md=9.00),  $z= 2.76$ ,  $p<.05$ ,  $r=.83$  ve öznelik ön test (Md=6.00) ile son test (Md=8.00,  $z= 2.68$ ,  $p<.05$ ,  $r=.80$  arasında son test lehine anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Nitekim bu sonuca göre ATBÖ destekli STEM eğitimi etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerilerinin gelişimine olumlu yönde etkisi olduğu söylenebilir.

### 3.2. ATBÖ Destekli STEM Etkinliklerinin Eleştirel Düşünme Eğilimlerine Etkisi

Öğrencilerin ATBÖ destekli STEM eğitiminin eleştirel düşünme gelişimine etkisini belirlemek amacıyla uygulamalar öncesi ve sonrası CCTDI uygulanmıştır. Öğrencilerin eleştirel düşüncelerine yönelik alt boyutlarına ilişkin ön test ve son teste yönelik betimleyici istatistiklere ait bulgular Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5**

*Öğrencilerin CCTDI'ye Yönelik Ön ve Son Teste İlişkin Betimleyici İstatistiklere İlişkin Bulgular*

Eleştirel düşünme alt	Ön Test				Son Test		
	N	Md	Min	Mak	Md	Min	Mak
Doğruyu arama	11	29.00	26.00	34.00	31.00	24.00	38.00
Açık fikirlilik	11	51.00	39.00	56.00	55.00	42.00	63.00
Analitiklik	11	44.00	23.00	48.00	48.00	35.00	53.00
Sistematiklik	11	25.00	15.00	32.00	28.00	25.00	31.00
Kendine güven	11	26.00	14.00	35.00	30.00	19.00	41.00
Meraklılık	11	37.00	23.00	43.00	43.00	29.00	46.00
Test Toplam	11	208.00	165.00	227.00	231.00	201.00	261.00

Md: Medyan, Min:Minimum, Mak:Maksimum puan

Tablo 5 incelendiğinde öğrencilerin eleştirel düşünme beceri testinin toplam puanında uygulama sonrası ortalamalarının arttığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin eleştirel düşünme testinin alt boyutları içerisinde yer alan analitiklik, açık fikirlilik, kendine güven ve meraklılık boyutlarında ATBÖ destekli STEM eğitimi sonrası artış olduğu fakat sistematiklik ve doğruyu anlama alt boyutlarında çok fazla bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Öğrencilerin CCTDI'ye ilişkin puanlar ve eleştirel düşünme seviyeleri Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6**

*Öğrencilerin CCTDI' ye Yönelik Ön Test ve Son Teste İlişkin Toplam Puanları ve Eleştirel Düşünme Seviyeleri*

Öğrenciler	Ön-test	Ön-test Seviye	Son-test	Son-test Seviye
Öğrenci 1	210.00	Düşük	261.00	Orta
Öğrenci 2	208.00	Düşük	254.00	Orta
Öğrenci 3	222.00	Düşük	208.00	Düşük
Öğrenci 4	199.00	Düşük	205.00	Düşük
Öğrenci 5	210.00	Düşük	222.00	Düşük
Öğrenci 6	227.00	Düşük	250.00	Orta
Öğrenci 7	206.00	Düşük	231.00	Düşük
Öğrenci 8	165.00	Düşük	201.00	Düşük
Öğrenci 9	197.00	Düşük	245.00	Orta
Öğrenci 10	198.00	Düşük	258.00	Orta
Öğrenci 11	224.00	Düşük	223.00	Düşük

Tablo 7'de de görüldüğü gibi öğrencilerin eleştirel düşünme testi toplam puanları incelendiğinde son testte 5 öğrencinin düşük seviyeden orta seviyeye yükseldiği belirlenmiştir. Ayrıca Tablo 7'de öğrencilerin CCTDI aldığı puanlar uygulama öncesinde 165 ile 227 puan arasında değişmekte iken, uygulama sonrası 201 ile 261 puan arasında değiştiği görülmektedir. Bu bulgulardan yola çıkarak "ATBÖ destekli STEM eğitimi uygulamalarının ardından öğrencilerin eleştirel düşüncelerine yönelik eğilimlerinin artabileceği" şeklinde ifade edilebilir. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 7'de sunulmuştur.

**Tablo 7**

*Öğrencilerin CCTDI Ön Test- Son Test Ölçümlerinin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile Karşılaştırılmasına Yönelik Bulgular*

Son test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p	
Doğruyu arama	Negatif sıra	2	5.00	10.00	1.78	.074
	Pozitif sıra	8	5.63	45.00		
	Eşit	1				
Açık fikirlilik	Negatif sıra	2	6.50	13.00	1.78	.075
	Pozitif sıra	9	5.89	53.00		
	Eşit	0				
Analitiklik	Negatif sıra	2	2.50	5.00	2.96	.022
	Pozitif sıra	8	6.25	50.00		
	Eşit	1				
Sistematiklik	Negatif sıra	3	4.00	12.00	1.88	.059
	Pozitif sıra	8	6.75	54.00		
	Eşit	0				
Kendine güven	Negatif sıra	3	5.17	15.50	1.56	.118
	Pozitif sıra	8	6.31	50.50		
	Eşit	0				
Meraklılık	Negatif sıra	2	4.50	9.00	2,14	.032
	Pozitif sıra	9	6.33	57.00		
	Eşit	0				
Son toplam-Ön toplam	Negatif sıra	2	2.50	5.00	2.49	.013
	Pozitif sıra	9	6.78	61.00		
	Eşit	0				

Negatif sıralar temeline dayalı

Eleştirel düşünme ölçeğine ait ön ve son test puanları karşılaştırıldığında ön test toplam puanı (Md=208.00) ile son test toplam puanında (Md=231.00) ,  $z= 2.49$ ,  $p<.05$ ,  $r=.75$ , eleştirel düşünmenin analitiklik öntest (Md=44.00) ile son test (Md=48.00),  $z= 2.96$ ,  $p<.05$ ,  $r=.89$  ve meraklılık ön test (Md=37.00) ile son test (Md=43.00),  $z= 2.14$ ,  $p<.05$ ,  $r=.64$  arasında son test lehine anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Dolayısıyla ATBÖ destekli STEM eğitimi

uygulamaları öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerinden özellikle analitiklik ve meraklılık alt boyutlarının gelişimine olumlu etkisi olduğu söylenebilir.

### 3.3. ATBÖ Destekli STEM Etkinliklerinin İletişim Becerilerine Etkisi

Öğrencilere uygulama öncesinde ve sonrasında ATBÖ destekli STEM eğitiminin iletişim becerilerine etkisini incelemek için iletişim becerileri değerlendirme ölçeği uygulanmıştır. Öğrencilerin iletişim becerilerine yönelik değerlendirme ölçeğinden aldıkları ön – son test toplam puanları Tablo 8’de sunulmaktadır.

**Tablo 8**

*Öğrencilerin İletişim Ölçeği’ne Yönelik Ön Test ve Son Teste İlişkin Betimleyici İstatistiklere Yönelik Bulgular*

Alt boyutlar	Ön Test				Son Test		
	N	Md	Min	Mak	Md	Min	Mak
İletişim Becerisi	11	83.00	65.00	100.00	108.00	96.00	112.00

Md: Medyan, Min:Minimum, Mak:Maksimum puan

Tablo 8’de görüldüğü gibi öğrencilerin iletişim becerisi ölçeğinden elde ettiği toplam puanlar değerlendirildiğinde tüm öğrencilerin son test puanında belirgin bir artış olduğu tespit edilmiştir. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi’nden elde edilen bulgular Tablo 9’da verilmiştir.

**Tablo 9**

*Öğrencilerin İletişim Becerilerini Değerlendirme Ölçeği Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları*

Son test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif sıra	0	.00	.00	2.93	.003
Pozitif sıra	11	6.00	66.00		
Eşit	0				

Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 9 incelendiğinde Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi’nden elde edilen sonuca göre öğrencilerin iletişim becerilerini değerlendirme ölçeğinden elde edilen ön test (Md=83.00) ve son test (Md=108.00) sonuçları arasında son test lehine anlamlı bir fark vardır ( $z= 2.93$ ,  $p<.05$ ,  $r=.88$ ). Bu sebeple ATBÖ destekli STEM eğitiminin iletişim becerilerini geliştirdiği söylenebilir.

### 3.4. ATBÖ Destekli STEM Etkinliklerinin Problem Çözme Becerilerine Etkisi

Öğrencilerin ATBÖ destekli STEM eğitiminin problem çözme becerilerinin gelişimine etkisini belirleyebilmek için Problem Çözme Becerileri Envanteri ön ve son test olarak uygulanmıştır. Analiz sonuçları Tablo 10’da yer almaktadır.

**Tablo 10**

*Öğrencilerin Problem Çözme Becerileri Envanteri’ne Yönelik Ön Test ve Son Teste İlişkin Betimleyici İstatistiklere İlişkin Bulgular*

Problem çözme alt boyutlar	Ön Test				Son Test		
	N	Md	Min	Mak	Md	Min	Mak
Problem çözme yeteneğine	11	39.00	30.00	50.00	49.00	38.00	55.00
Yaklaşma-kaçınma	11	47.00	42.00	56.00	58.00	47.00	66.00
Kişisel kontrol	11	20.00	16.00	25.00	23.00	20.00	30.00
Test Toplam	11	105.00	94.00	128.00	133.00	109.00	143.00

Md: Medyan, Min:Minimum, Mak:Maksimum puan

Tablo 10 genel olarak incelendiğinde problem çözme becerilerinin toplam puanı ve tüm alt boyutlarına ait puanlarda genel olarak bir artış olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 11’de sunulmuştur.

**Tablo 11**

*Öğrencilerin Problem Çözme Envanteri Ön Test- Son Test Ölçümlerinin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile Karşılaştırılmasına Yönelik Bulgular*

Alt boyutlar		N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Problem çözme yeteneğine güven	Negatif sıra	0	.00	.00	2.94	.003
	Pozitif sıra	11	6.00	66.00		
	Eşit	0				
Yaklaşma-kaçınma	Negatif sıra	2	1.50	3.00	2.67	.008
	Pozitif sıra	9	7.00	63.00		
	Eşit	0				
Kişisel kontrol	Negatif sıra	1	2.50	2.50	2.56	.010
	Pozitif sıra	9	5.83	52.50		
	Eşit	1				
Test toplam puan	Negatif sıra	0	.00	.00	2.94	.003
	Pozitif sıra	11	6.00	66.00		
	Eşit	0				

Negatif sıralar temeline dayalı

Problem Çözme Envanterine ait ön test toplam (Md=105.00) ve son test toplam (Md=113.00) puanında ( $z=2.94$ ,  $p<.05$ ,  $r=.88$ ) ve tüm alt boyutlarında; problem çözme yeteneğine güven ön test (Md=39.00) ve son tes (Md=49.00) ,  $z=2.94$ ,  $p<.05$ ,  $r=.88$ ), yaklaşma-kaçınma ön test (Md=47.00) ve son test (Md=58.00),  $z=2.67$ ,  $p<.05$ ,  $r=.80$ ) ve kişisel kontrolön test (Md=20.00) ve son test (Md=23.00) ,  $z=2.56$ ,  $p<.05$ ,  $r=.77$ ) son test lehine anlamlı farklılık vardır. Bu sonuçtan yola çıkarak ATBÖ destekli STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişimine olumlu etkisi olduğu söylenebilir.

### 3.5. ATBÖ Destekli STEM Etkinliklerinin Eleştirel Düşünme, Bilimsel Yaratıcılık, İletişim ve Problem Çözme Becerilerinin Gelişimleri Arasındaki İlişkileri

Öğrencilerin ATBÖ Destekli STEM etkinliklerinin ardından eleştirel düşünme, bilimsel yaratıcılık, iletişim ve problem çözme becerilerinin gelişimleri arasındaki ilişki düzeyleri belirlenmiştir. İlişki düzeyleri kriterlerine göre 0,00- 0,30 düşük, 0,30- 0,70 orta, 0,70 ve 1,00 arası yüksek düzey olarak değerlendirilmiştir (Evans, 1996; Büyüköztürk, 2011). Eleştirel Düşünme, Bilimsel Yaratıcılık, İletişim ve Problem Çözme becerilerinin gelişimine yönelik ilişki düzeyleri Tablo 12’de verilmiştir

**Tablo 12**

*ATBÖ Destekli STEM Etkinliklerinin Eleştirel Düşünme, Bilimsel Yaratıcılık, İletişim ve Problem Çözme Becerilerinin Gelişimleri Arasındaki İlişkileri*

		Bilimsel yaratıcılık	Problem çözme	İletişim	Eleştirel düşünme
Bilimsel yaratıcılık	$\tau$	1			
	p				
Problem çözme	$\tau$	-.164	1		
	p	.484			
İletişim	$\tau$	-.147	.550	1	
	p	.532	.019		
Eleştirel düşünme	$\tau$	.018	.527	.734	1
	p	.938	.024	.002	

Tablo 12 incelendiğinde bilimsel yaratıcılık becerisinin gelişimi ile diğer 21. yy. becerileri arasında anlamlı düzeyde ilişki bulunmadığı görülmektedir. Problem çözme becerisi ile iletişim becerisi ( $\tau =,550, p<.05$ ) ve eleştirel düşünme becerisi ( $\tau =,527, p<.05$ ) arasında pozitif orta düzeyde ilişki olduğu görülmektedir. İletişim becerisi ile eleştirel düşünme becerisi ( $\tau =,734, p<.05$ ) arasında pozitif yüksek düzeyde ilişki olduğu görülmektedir.

### 3.6.7. Sınıf Öğrencilerinin ATBÖ Destekli STEM Etkinliklerine Dair Görüşleri

Uygulama süreci sonunda öğrenciler ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşme sonuçları incelendiğinde 3 tema belirlenmiştir. Bunlar öğretim sürecinin olumlu yanları, yaşanan sıkıntılar ve 21. yüzyıl becerilerine yönelik görüşlerdir. Öğrenci görüşleri Tablo 13’de sunulmuştur.

**Tablo 13**

#### ATBÖ Destekli STEM Etkinliklerine Yönelik Öğrenci Görüşleri

Tema	Kodlar	Öğrenci İfadelerinin Örneği	f
Olumlu yanlar	Kalıcı öğrenme	<i>Katkıları oldu, konuyu daha iyi anlayabiliyorum. (Ö3)</i> <i>Dersi ve konuyu daha açık bir şekilde anladım. (Ö8)</i> <i>Daha akılda kalıcı oluyor. (Ö6)</i> <i>Dersi iyi anlıyorum ve aklımda kalıyor. (Ö1)</i>	8
	Eğlenerek öğrenme	<i>Yaptığımız etkinlikler dersin daha eğlenceli olmasını sağladı. (Ö4)</i> <i>Etkinliklerle hem eğlendik hem de bir şeyler öğrendik. (Ö2)</i>	6
	Artan Öz güven	<i>Her şeyin üstesinden gelebileceğimi düşünüyorum. (Ö6)</i> <i>Eskiden bana soru sorulduğunda çekiniyordum ama şimdi açıkça düşüncelerimi ifade edebiliyorum. (Ö1)</i> <i>Kendime güvenim arttı. (Ö2)</i>	4
	Etkileşim	<i>Sınıf içerisindeki etkileşim arttı. (Ö7)</i> <i>Sınıf ortamında önceden çok konuşmalar olmuyordu artık herkes birbiriyle paylaşımda bulunuyor. (Ö4)</i>	5
	Derse karşı artan ilgi	<i>Fen dersine karşı ilgi ve düşüncelerim arttı. (Ö8)</i> <i>Fen dersini daha çok sevmeye başladım. (Ö5)</i>	3
	Yeni fikirler üretme	<i>Yaratıcılığım arttığı için yeni fikirler üretiyorum. (Ö1)</i> <i>Araştırmalarımız sonrasında yeni bilgiler ürettik. (Ö3)</i> <i>Aklıma birçok yeni fikir geldi. (Ö4)</i>	3
Yaşanılan sıkıntılar	Grup içi anlaşmazlık	<i>Grup arkadaşlarımızla iyi anlaşamıyoruz. (Ö8)</i> <i>Tasarım yaparken arkadaşlarımızla anlaşmazlık yaşadık. (Ö4)</i>	2
	Sorumluluk almama	<i>Grup içerisinde en çok çalışmalarını ben yaptım. Diğer arkadaşlarım çok çalışmadı. (Ö4)</i> <i>Grup arkadaşlarım verilen görevleri yapmadı. (Ö1)</i>	2
	Tasarımda zorlanma	<i>Çizim ve tasarım yapma aşamasında zorlandım. (Ö8)</i>	1
21. yy. becerileri	Yaratıcılık	<i>Birden fazla yeni fikir üretebiliyorum. (Ö5)</i> <i>Yaptığımız etkinlikler sırasında daha güzel ürünler ortaya koymak için yaratıcı düşünmeye çalıştım. (Ö2)</i> <i>Tasarım yaparken yaratıcılığımı kullandım. (Ö6)</i>	6
	Araştırma-sorgulama	<i>Kitaptan araştırma yaptık. (Ö8.)</i> <i>Araştırma yapmamız gereken çok fazla şey vardı ve sürekli araştırma yaptık. (Ö1)</i>	2
	Eleştirel düşünme	<i>Arkadaşlarımın etkinliklerini eleştirebiliyorum. (Ö5)</i> <i>Arkadaşlarım sunum yaparken onların eksik yönlerini görmeye ve söylemeye başladım. (Ö7)</i> <i>Arkadaşlarımın yaptığı tasarımı bizim tasarımımızdan daha güzel buldum. (Ö3)</i>	4
	Problem çözme	<i>Problemi daha iyi anlıyorum ve hemen araştırıyorum. (Ö6)</i> <i>Problemlere farklı açılardan bakabiliyorum. (Ö2)</i>	3
	Tasarım yapma	<i>Çizim ve tasarımda becerim arttı. (Ö4.)</i> <i>Fen dersinde tasarım yaptık. (Ö7.)</i> <i>Uzay aracı tasarladık. (Ö5.)</i> <i>Kamu spotu hazırlarken slayt tasarımı seçtik. (Ö1)</i>	4
	İletişim	<i>Herkes daha rahat konuşabiliyor ve güzel iletişim kurabiliyoruz. (Ö7)</i> <i>Eskiden bana soru sorulduğunda çekiniyordum ama şimdi açıkça düşüncelerimi ifade edebiliyorum. (Ö4)</i> <i>Anlamamda ve anlatmam da olumlu değişimler oldu. (Ö3)</i>	4



Tablo 13 incelendiğinde öğrencilerin öğretim sürecinin olumlu yanlarını anlatırken konuyu öğrenmelerine yardımcı olduğunu aynı zamanda konuyu öğrenmenin kalıcı olarak gerçekleştiğini, öğretim sürecine yönelik olumlu görüşler geliştirdiklerini (özgüven, mutluluk, motivasyon vb.), öğretim sürecinde hem eğlendiklerini hem de öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Bunların yanı sıra sınıf içerisinde sosyalleşmenin arttığını, arkadaşlarıyla daha çok etkileşim içinde olduklarını, fen dersine karşı ilgilerinin arttığını, ders içinde yeni fikirler üretebildiklerini ifade etmişlerdir. Görüşme sonucunda elde edilen temalardan biri de öğretim sürecinde yaşanan sıkıntılardır. Bu tema altında öğrenciler özellikle grup içi anlaşmazlıkların olduğunu, bazı arkadaşlarının sorumluluklarını yerine getirmediğini belirtirken birkaç öğrenci ise tasarımlarını yaparken zorlandıklarını belirtmişlerdir. Bununla birlikte görüşme sonuçlarına göre elde edilen üçüncü tema 21. yy. becerilerine yönelik görüşlerdir. Bu tema altında öğrencilerin çoğunlukla yaratıcılıklarını kullandıklarını belirtmeleri dikkat çekmektedir. Ayrıca tasarım yapma, eleştirel düşünme ve iletişim becerilerini de kullandıklarını belirten öğrenciler de bulunmaktadır. Araştırma-sorgulama, problem çözme becerilerini süreç içerisinde kullandıklarını belirten öğrenciler de bulunmaktadır.

## **TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER**

Araştırmadan elde edilen bulgulara yönelik tartışma alt başlıklar halinde sunulmuştur.

### **4.1. ATBÖ Destekli STEM Etkinliklerinin Bilimsel Yaratıcılık Becerilerine Etkisi**

Araştırma sonucunda ATBÖ destekli STEM eğitimi etkinliklerinin 7.sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık becerilerini arttırdığı sonucundan yola çıkarak bilimsel yaratıcılık becerilerinin gelişimine olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Öğrenciler ile yapılan görüşme sonuçları da bunu desteklemektedir. Öğrencilerin bilimsel yaratıcılık alt boyutlarından akıcılık, esneklik ve öznellik alt boyutlarında uygulama sonrasında artış olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar mühendislik tasarım süreci ile bir problem çözme süreci ve yaratıcı düşünme sürecinin benzer basamaklar içermesi ile açıklanabilir (Doppelt, 2009; NAE ve NRC, 2009, NAE, 2010). Çünkü yaratıcı düşünme süreci; tasarımın amaçları, sorgulama alanları, çözümlerin çeşitliliği, tercih edilen çözümü seçme, seçilen çözümü uygulama ve süreci değerlendirme basamaklarından oluşmaktadır (Doppelt, 2005). Ayrıca uygulama sürecinde MTS süreçlerinin takip edilmesiyle yapılan tasarımların da öğrencilere birer bilim insanı olmanın yanında bir mühendis gibi çalışma fırsatı vererek bir ürün oluşturma, farklı bakış açıları yaratma gibi durumların öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerilerine katkı sağladığı düşünülmektedir. MTS basamakları içerisinde yer alan problem durumuna yönelik olarak oluşturulan çözüm önerileri belirleme aşamasında grup içi tartışmalarla birlikte birden fazla çözüm önerisi üretmek için probleme farklı açılardan bakmaları ve yaratıcı düşünmeye maruz kalmaları da öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları üzerinde bir etki oluşturduğu kanısına varılmaktadır. Bununla birlikte alanyazında ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin yaratıcılık becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşıldığı çalışmalar bulunmaktadır (Küçük Demir, 2014; Uçar, 2018; Öç 2019; Özcan, 2019; İkikat, 2019). Özellikle araştırmada yer alan öğrenciler ile benzer yaşlarda (4 ve 6. sınıf) olan öğrenciler ile yapılan araştırmalar bu sonucu desteklemektedir (Uçar, 2018; İkikat, 2019).

Benzer şekilde alanyazında STEM eğitiminin öğrencilerin yaratıcılık becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşıldığı birçok araştırma bulunmaktadır (Cooper & Heaverlo 2013; Charyton 2014; Denson 2015; Hacıoğlu, 2017; Gülhan, 2016; Tuhtakaya, 2019; Ertuğrul Akyol, 2020). STEM eğitiminin öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini orta düzeyde arttırdığını ortaya koyan araştırmalar dikkat çekmektedir (Atabaş, 2020; Ceylan, 2014; Mayasari vd., 2016). Bunlardan özellikle benzer yaş grubunda olan öğrenciler ile yapılan araştırmalarda STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına olumlu etkisi olduğu vurgulanmaktadır (Demir, 2021; Karakuzu, 2021; Toprak, 2023). STEM ve argümantasyonun entegre edildiği araştırmalar incelendiğinde ise araştırma bulgularına benzer şekilde

argümantasyon destekli STEM etkinliklerinin yaratıcılığı olumlu yönde geliştiği belirlenmiştir (Baydar & Acar, 2018; Demirel, 2021; Gökbayrak & Karışan, 2017; Yeşildağ Hasançebi vd., 2021).

#### **4.2. ATBÖ Destekli STEM Etkinliklerinin Eleştirel Düşünme Becerilerine Etkisi**

Araştırmada ATBÖ destekli STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimlerini arttırdığı sonucundan yola çıkarak eleştirel düşünme eğilimlerinin gelişimine olumlu etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Öğrenciler ile yapılan görüşme sonuçları da bunu desteklemektedir. Öğrencilerin eleştirel düşünme alt boyutları içerisinde yer alan açık fikirlilik, analitiklik ve meraklılık alt boyutlarında ATBÖ destekli STEM eğitimi sonrasında anlamlı artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu artışın etkinlik sürecindeki sınıf ortamı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Çünkü eleştirel düşünme becerisinin gelişmesini etkileyen en önemli faktörlerden biri demokratik bir sınıf ortamının oluşturulmasıdır (Dönmez, 2016). Demokratik bir sınıf ortamında bir konu hakkında karar verilmesi gerektiğinde öğrenciler öncelikle karar verilmesi gereken görüşün lehine ve aleyhine konuştuktan sonra elde ettiği verilerle karar verebilirler. Demokratik bir sınıf ortamı için tartışma ortamının oluşması sağlanmalı ve karşıt görüşlerin ortaya konularak savunulması teşvik edilmelidir. Ayrıca eleştirel düşünme becerisinin geliştirilmesinin amaçlandığı bir sınıf ortamında öğrenciler kendi düşüncelerini özgürce ifade edebilmeli, diğer kişilerin düşüncelerini dinleyerek değerlendirebilmeli, öğrencileri düşünme ve sorgulamaya yönlerecek tartışmalara katıldıkları, araştırma ve sorgulama sürecinin yürütüldüğü demokratik bir ortam oluşturulmalıdır (Aybek, 2006; Gürkaynak vd., 2003; Kaya, 2010; Nosich, 2016). ATBÖ yaklaşımının kullanıldığı bir ders ortamının bahsedilen demokratik sınıf ortamının oluşturulabilmesine olanak sağlaması öğrencilerin eleştirel düşünmenin bu alt boyutlarının gelişmesine katkı sağladığını belirtebiliriz. Ancak eleştirel düşünmenin sistematiklik, kendine güven ve doğruyu arama alt boyutlarında ortalamaların artmasına rağmen anlamlı bir gelişme olmaması dikkat çekmektedir.

Probleme dayalı öğrenme, işbirlikli öğrenme, araştırma- sorgulama ve çevrimiçi tartışmalar öğrencilerin eleştirel düşüncelerinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır (Burns, 2009; McCollister & Sayler, 2010; Kek vd., 2011; Marin & Halpern, 2011; Szabo & Schwartz, 2011). ATBÖ destekli STEM eğitimi sürecinde problem çözme, işbirlikli grup çalışması, araştırma sorgulama ve tartışma etkinliklerini içerisinde barındırması sebebiyle bu süreçte öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin geliştiği söylenebilir. Argüman oluşturma ve sunma sürecinin eleştirel düşünmeye aktif bir şekilde ortam oluşturmaya, sunulan gerekçelerin kurulan argümanla ilişkili olup olmadığının değerlendirilmesi ve bunu hem kendi argümanı hem de başkalarının argümanları için kullanabilmesi ATBÖ sürecinin eleştirel düşünmeye katkı sağladığının bir göstergesi olarak kabul edilebilir (Aktaş, 2022). Alanyazına bakıldığında Argümantasyon yaklaşımının eleştirel düşünme becerisi ile ilişkisine yönelik araştırmalar incelendiğinde fen eğitiminde 6.sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin gelişiminde ATBÖ yaklaşımının olumlu yönde etki bıraktığı belirlenmiştir (Öz, 2020). STEM etkinliklerinin de benzer sınıf seviyesindeki öğrencilerin eleştirel düşünme becerisi ve eğilimlerinin gelişimine katkısı bulunduğu ilişkin alanyazındaki pek çok çalışma yer almaktadır (Acar, 2018; Capraro & Jones, 2013; Doğan, 2020; Eker, 2020; Evcim, 2021, Peters Burton, 2014; Şahin vd., 2011; Şirin, 2020; Yarıcı, 2021). STEM eğitimi etkinliklerinin argümantasyon ile zenginleştirerek 7. sınıf öğrencileri ile yürütülen araştırmada da benzer şekilde bu uygulamaların öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır (Uçar, 2019). Ulaşılan alanyazın araştırmanın bu sonucunu desteklemektedir.

#### **4.3. ATBÖ Destekli STEM Etkinliklerinin İletişim Becerilerine Etkisi**

Araştırma sonucunda ATBÖ destekli STEM eğitiminin 7.sınıf öğrencilerinin iletişim becerilerinin gelişiminde olumlu etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Öğrenciler ile yapılan görüşme sonuçları da bunu desteklemektedir. Fen bilgisi eğitiminde yapılan diğer çalışmalar

incelendiğinde genellikle öğrencilerin iletişim becerileri düzeylerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Hem STEM eğitiminin (Bahçe, 2020) hem de argümantasyon yaklaşımının öğrencilerin iletişim becerilerini geliştirdiği yönünde çalışmaların bulunması ATBÖ destekli STEM eğitiminin iletişim becerilerini geliştirmesini destekler niteliktedir (Karakaya vd., 2019; Er & Kırındı, 2020; Tatlısu 2020). Araştırmadan elde edilen bu sonuç ATBÖ destekli STEM uygulamalarının öğrenci etkileşimi için fırsatlar oluşturması ve sürecin doğasında yer alan soru sorma ile açıklanabilir. İletişim becerisinin öğrenme ortamlarında gelişebilmesinde önemli noktalardan biri soru sormaktır (Yeşildağ Hasançebi, 2021b). Önemli olduğu düşünülen bir cümlenin açıklanmasında, karşıdaki kişi dikkat edilmesi gereken önemli bir şey söylediğinde, yapılan açıklamaların daha ayrıntılı yapılması gerektiği düşünüldüğünde veya karşıdaki kişiye karşı çıkmanın önemli olduğu hissedildiğinde soru sorma için uygun zaman olduğu belirtilmektedir (Yüksel, 2007). ATBÖ sürecinin başlangıcı olan soru oluşturma, süreç boyunca grup içerisinde yapılan tartışmalar, iddia ve delillerin savunulması ve karşı iddialar oluşturulması gibi bileşenlerin tamamında öğrencilerin birbirlerine sorular yöneltmelerinin onların iletişim becerilerinin gelişimine katkı sağladığını söyleyebiliriz. Çünkü ikna etme üzerine kurulu bir söylem oluşturması adına argümantasyon yaklaşımı öğrencilerin aktif iletişim kurması için fırsat oluşturmaktadır (Yeşildağ Hasançebi, 2021b). Ayrıca ATBÖ destekli STEM uygulamalarında öğrenciler hem küçük grupta (araştırma /deney/gözlem yaparken iddia/delil oluştururken) hem de büyük grupta (iddialarını savunurken) sürekli iletişim halinde olmaları öğrencilerin bu becerilerinin gelişmesini (Yeşildağ Hasançebi, 2021b) açıklamaktadır. Çünkü küçük ve büyük grup tartışmaları hem öğrenci-öğrenci etkileşimine hem de öğretmen-öğrenci etkileşimine imkân oluşturmakta ve iletişim becerilerini geliştirmektedir (Yeşildağ Hasançebi, 2014; Kabataş Memiş, 2017; Ecevit & Kaptan, 2019). Bu konuda alan yazında aksini söyleyen araştırmalara ulaşılamaması iletişimin özellikle argümantasyonun doğasında yer alan olmazsa olmaz bir süreç olması ile açıklanabilir. Çünkü argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (ATBÖ) yaklaşımı iletişim ve işbirliğinin aktif olduğu (yani sınıf içi etkileşimin etkin olduğu) bir öğrenme ortamı sunmaktadır (Baydaş vd., 2018).

#### **4.4. ATBÖ Destekli STEM Etkinliklerinin Problem Çözme Becerilerine Etkisi**

ATBÖ destekli STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerini arttırdığı sonucundan yola çıkarak öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişimine olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Öğrenciler ile yapılan görüşme sonuçları da bunu desteklemektedir. Uygulama sürecine bir problem durumuyla başlanması, problem durumunda var olan problemin belirlenmesi ve hem ATBÖ hem de STEM yaklaşımının temelinde olan problem durumlarına çözüm üretme süreci, bu süreç içerisinde farklı çözüm önerileri sunmaları, çözüme ulaşmak için yürütülen tüm etkinliklerin öğrencilerin problem çözme becerilerine katkıda bulunduğu söylenebilir. Alanyazında bulunan çalışmalar incelendiğinde STEM eğitimi ile problem çözme becerisinin gelişimine yönelik birçok çalışma olduğu görülmektedir (Acar, 2018; Ceylan, 2014; Ertuğrul Akyol, 2020; Topsakal, 2018; Yarıcı, 2020). Yıldırım ve Can (2018) argümantasyon destekli probleme dayalı öğrenme etkinliklerinin problem çözme becerilerini olumlu düzeyde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Argümantasyon ve STEM'in birlikte kullanıldığı araştırmalarda da benzer sonuçlar göze çarpmaktadır (Demirel, 2021; Yıldırım & Türk, 2018). Bu bağlamda ATBÖ destekli STEM uygulamaları bir probleme çözüm bulma üzerine kurgulandığı için uygulamanın doğasının öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiğini söyleyebiliriz.

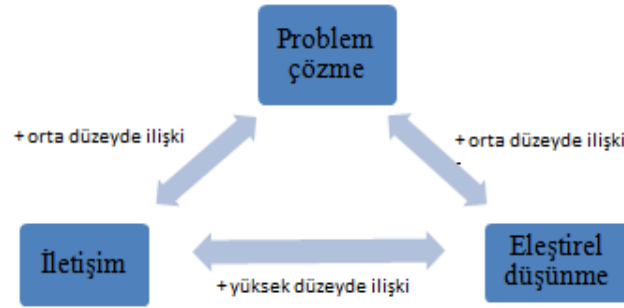
#### **4.5. ATBÖ Destekli STEM Etkinliklerinde İletişim, Eleştirel Düşünme, Bilimsel Yaratıcılık ve Problem Çözme Becerilerinin Gelişimleri Arasındaki İlişki**

Araştırmada ATBÖ destekli STEM eğitiminde eleştirel düşünme, bilimsel yaratıcılık, iletişim ve problem çözme arasındaki ilişkide incelenmiştir. Bilimsel yaratıcılık becerisinin gelişimi ile diğer beceriler arasında anlamlı düzeyde ilişki bulunmazken problem çözme becerisinin iletişim becerisi ve eleştirel düşünme eğilimi ile pozitif yönde ve orta düzeyde

ilişkili olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Erdem ve Yazıcıoğlu (2015) öğretmen adaylarıyla yürüttükleri çalışmalarında problem çözme becerisi ile eleştirel düşünme becerisi arasında pozitif yönde ve orta düzeyde ilişki olduğuna ulaşmışlardır. Bu sonuçların aksine Üstündağ Gökmen (2019) ise fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel düşünme ve problem çözme eğilimi arasında negatif ve orta düzeyde ilişki olduğunu belirtmiştir. Bu durumun biyereylerin yaşı veya uygulanan öğretim yöntemi ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca araştırmada iletişim ile eleştirel düşünme eğilimi arasında pozitif yönlü ve yüksek düzeyde ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Benzer şekilde Köksal ve Çöğmen (2018) ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme ve iletişim becerileri arasında pozitif yönde yüksek düzeyde ilişki olduğunu belirtmişlerdir. ATBÖ destekli STEM etkinliklerinde bu beceriler arasındaki ilişki durumu Şekil 2’de özetlenmiştir.

## Şekil 2

*ATBÖ Destekli STEM Sürecinde Problem Çözme, İletişim ve Eleştirel Düşünme İlişkisi*



Şekil 2’de görüldüğü gibi iletişim becerisi ve eleştirel düşünme eğilimi arasında yüksek düzeyde ilişki olması ve bunların problem çözme sürecinin bir parçası olması hasabiyle problem çözme becerisi ile ilişkili olması bu sonucu açıklamaktadır. Ancak öğrencilerin problem çözme sürecinde yaratıcı çözümler üretmesi beklenirken bu becerinin hem problem çözme becerisi hemde iletişim becerisi ve eleştirel düşünme eğilimi ile ilişkili olmaması düşündürücü bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.

### 4.6. Öğrencilerin ATBÖ Destekli STEM Etkinliklerine Yönelik Görüşleri

Yarı yapılandırılmış görüşme bulguları incelendiğinde ATBÖ destekli STEM eğitimi ile ilgili olarak olumlu yanlar, yaşanan sıkıntılar ve 21. yy. becerilerine yönelik görüşler olmak üzere üç farklı tema oluştuğu görülmektedir. Öğrencilerin ATBÖ destekli STEM eğitiminin olumlu yanlarına ilişkin görüşlerine bakıldığında aktif bir şekilde derse katılımlarından dolayı konuyu öğrendikleri ve kalıcı öğrenmeyi sağladığını belirttikleri görülmektedir. ATBÖ destekli STEM uygulamalarının temelinde yapılandırmacı yaklaşımın olması ve öğrencilere aktif rol sunması bu sonucun sebepleri arasında sayılabilir. Nitekim alan yazında hem STEM hem de ATBÖ yaklaşımlarının öğrenme sürecini kolaylaştırdığı ve kalıcı öğrenmeyi sağladığı belirtilmektedir (Yeşildağ Hasaıçebi vd., 2021). Birçok çalışmada STEM etkinlikleri ile işlenen derslerde kalıcı öğrenmenin gerçekleştiği belirtilmektedir (Altan vd., 2016; Şahin, 2019; Yeşildağ Hasaıçebi vd., 2021). Benzer şekilde ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin öğrenmeleri üzerine olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir (Gülen & Yaman, 2018; İlk, 2019; Ulu & Bayram, 2015; Yeşildağ Hasaıçebi & Günel, 2013). Dolayısıyla öğrenciler, onların sürekli aktif katılımıyla gerçekleşen öğrenme ortamında yer almaları ve süreç sonunda edindikleri bilgileri anlamlı bir şekilde ifade edebilmelerinin avantaj sağladığını düşünmüş olabilirler. Öğrencilerin ATBÖ destekli STEM yaklaşımının olumlu yönlerine yönelik belirtilen başka bir ifade ise öğrenme ortamının eğlenceli olmasıdır. Nitekim STEM eğitim yaklaşımında öğrencilerin derste

kendilerinin uğraş göstermeleri, süreç içerisinde farklı etkinliklerin olması, kendilerinin ürünler ortaya çıkarmış olmaları gibi durumlardan dolayı alıştıkları diğer derslerden farklı olarak daha eğlenceli gelmesinin sebebi olabilir. Alan yazın incelendiğinde STEM eğitime yönelik öğrencilerin eğlenerek öğrenme sağladığı ve öğretim ortamının eğlenceli olduğu görüşünü belirttiği birçok çalışma bulunmaktadır (Bilekyiğit, 2018; Çınar vd., 2016; Karışan & Yurdakul, 2017; Yeşildağ Hasaıçebi vd., 2021). Benzer şekilde ATBÖ uygulamalarının da öğrenciler tarafından eğlenceli bir öğrenme ortamı sunduğu alan yazında tespit edilmiştir (Gülen & Yaman, 2018; İlk, 2019; Yeşildağ Hasaıçebi & Günel, 2013).

Öğrenciler ATBÖ destekli STEM eğitim yaklaşımının olumlu yanlarından söz ederken özgüvenlerini, derse karşı ilgilerini ve sınıftaki etkileşimi artırdığını belirtmişlerdir. Öğrencilerin özgüvenlerini geliştiğini belirtmeleri eleştirel düşünme eğiliminin kendine güven alt boyutunda anlamlı bir fark olmaması ile çelişmektedir. Alan yazın incelendiğinde birçok araştırmanın sonucunda STEM yaklaşımının, öğrencilerin düşüncelerini olumlu yönde geliştirdiğini görülmektedir (Yıldırım & Türk, 2017; Akgündüz & Akpınar, 2018; Yeşildağ Hasaıçebi vd., 2021). STEM eğitiminin ve argümantasyon yaklaşımının öğrencilerin sosyalleşme davranışlarında ve fen bilimleri dersine karşı ilgilerinde artış olduğu sonucuna ulaşan birçok çalışma bulunmaktadır (Yıldırım & Selvi, 2018; Ergün & Kıyıcı, 2019; Dilek vd., 2020). Öğrencilerin ifadelerindeki dikkat çeken bir diğer durum ise ATBÖ destekli STEM eğitiminin yeni fikirler geliştirmelerine olanak sağladığını belirtmeleridir. Yeşildağ Hasaıçebi ve arkadaşları da (2021) STEM entegreli argümantasyon uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları, yansıtıcı düşünme ve bilimsel yaratıcılık becerilerine etkisini inceledikleri çalışmalarında STEM entegreli argümantasyon yaklaşımının öğrenciler de yeni fikirler üretme ihtiyacı hissettirdiğine dikkat çekmişlerdir.

Görüşme bulgularının analizinde ortaya çıkan ikinci tema süreçte yaşanan sıkıntılardır. Öğrenciler ATBÖ destekli STEM eğitimi sürecinde yaşanan sıkıntılarla ilgili grup içinde anlaşmazlıkların olduğu ve sorumluluk almada sıkıntıların olduğu belirlenmiştir. Öğrenciler grupları kendileri oluşturmalarına rağmen bazı gruplar süreç içinde sıkıntı yaşamıştır. Etkinlikler öncesinde öğrenci özelliklerine, aralarındaki iletişime bakılmadan grupların oluşturulması grup içinde anlaşmazlıklara ve süreçteki karar vermedeki sıkıntılara yol açmış olabilir. Dolayısıyla uygulamalar esnasında gruplar oluşturulurken öğrenci özellikleri, aralarında iletişim, gruptaki öğrenci sayıları gibi durumların göz önünde bulundurulması öğrencilerin grup çalışmalarına olan isteklerini arttırabilir. Alan yazında STEM etkinlikleri sırasında grup içerisinde anlaşmazlıklar ve sorumluluk almama gibi sıkıntıların çıktığı görülmektedir (Güldemir & Çınar, 2017; Ceylan, 2014). Benzer şekilde STEM entegreli argümantasyon uygulamaları sürecinde öğrencilerin grup içerisinde anlaşmazlık yaşadıklarını ve sorumluluk alma konusunda sıkıntılarının yaşandığını vurgulamaktadır (Yeşildağ Hasaıçebi vd., 2021). Ayrıca çalışmada ATBÖ destekli STEM eğitimi etkinlikleri sırasında bir öğrenci tasarım yapma sürecinde sıkıntı yaşadığını belirtmiştir. Nitekim yapılan bazı çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir (Tarkın-Çelikkıran & Aydın-Günbatar, 2017; Çiftçi & Çınar, 2017). Bu beklenen bir sonuç olup tasarım sürecinin bilgi ve hayal gücü, yaratıcılık gibi bir çok beceriyi gerektirmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Öğrencilerin ATBÖ destekli STEM eğitimi sürecine yönelik görüşlerinde üçüncü tema 21. yy. becerileridir. Öğrenciler ATBÖ destekli STEM eğitimi sürecinin araştırma ve sorgulama becerilerini geliştirdiğini belirtmişlerdir. Alan yazında Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatar (2017) yaptıkları çalışmada öğrencilerin sorgulayarak ve araştırarak öğrenmeye teşvik ettiği sonucuna ulaşmışlardır. Benzer şekilde STEM entegreli argümantasyon uygulamalarının öğrencilerin araştırma-sorgulama becerilerini geliştirdiğini vurgulamıştır (Hasaıçebi vd., 2021). Öğrenciler araştırma sorularına cevap ararken, iddialarına yönelik deliller hazırlarken ve ürün tasarlamaya başlamadan önce ürün için gereken özellikleri sorgulamaya ve ardından kapsamlı bir araştırma yapmaya başladıkları için bu durumu kazanılan bir beceri olarak belirtmiş olabilirler. Ayrıca araştırma ve sorgulama yaparken kendilerinin bilgi edinmeleri ve o bilgileri

kullanarak ürün tasarımları, onlara alışmadıkları bir ders ortamı sunduğu için bu beceriyi kazandıklarını düşünmüş olabilirler. Öğrencilerden alınan görüşler sonucunda ATBÖ destekli STEM eğitiminin yaratıcılık, problem çözme, eleştirel düşünme, tasarım yapma ve iletişim becerilerini geliştirdiği ortaya çıkmıştır. Bu durum STEM eğitim yaklaşımı ve ATBÖ yaklaşımının 21. yy. becerilerini geliştirmesine yönelik yapılan çalışmalarla benzer sonuçlar içermektedir (Şahin vd., 2014; Çakır vd., 2016; Hacıoğlu, 2017; Yıldırım & Selvi, 2018; Alıcı, 2018; Ergün & Kıyıcı, 2019; Uçar, 2019; Kahraman & Doğan, 2020; Eker, 2020; Yeşildağ Hasaıçebi vd., 2020; Oğul, 2021; Yarıcı, 2021). ATBÖ destekli STEM eğitimiyle işlenen ders sürecinde öğrenciler günlük yaşamdan bir probleme çözüm üretmek için öncelikle araştırma sorgulama yapmış daha sonra kendi özgün fikirlerini oluşturup bir mühendis gibi çalışarak ürünlerini tasarlamışlardır. Tüm bu süreçte öğrenciler bu becerilerini kullandıkları için kendilerinde bu becerilerin geliştiğinin farkına varmış olabilirler. Öğrencilerde gelişen bu becerilerin artırılması ve 21. yy. becerileri olarak adlandırılan diğer becerilerinde öğrencilerde geliştirilebilmesi ATBÖ destekli STEM etkinlikleriyle işlenen derslerin artırılmasıyla sağlanabilir. Öğrencilerde bu becerilerin gelişmesiyle birlikte çağın şartlarına ayak uyduran ve 21. yüzyılda hem kendileri hem de ülkeleri için yararlı girişimlerde bulunan bireylerin yetişmesi mümkün olacaktır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde ATBÖ destekli STEM etkinlikleri 7. Sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık, iletişim ve problem çözme becerileri ile eleştirel düşünme eğilimlerini geliştirdiği tespit edilmiştir. Bu süreçte problem çözme becerisi ile eleştirel düşünme ve iletişim becerisi arasında ilişki olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin görüşlerinin ATBÖ destekli STEM etkinliklerinin grup içindeki anlaşmazlıklar dışında hem kalıcı ve eğlenceli öğrenme, özgüven, derse karşı ilgi ve sınıf etkileşimini artırdığı hem de yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme ve araştırma sorgulama gibi becerilerin gelişmesine katkı sağladığı yönündedir. Araştırmanın örnekleminin az olması ve kontrol grupsuz bir yöntem ile yürütülmesi gibi sınırlılık olmasına rağmen araştırmadan edilde edilen sonuçlar STEM'in diğer çağdaş yaklaşımlarla bütünleştirilerek öğrenme ortamına entegre edilmesi adına alanyazına katkı sağlayacaktır.

## ÖNERİLER

Araştırma sonunda hem araştırmacılar hem de sınıflarında ATBÖ destekli STEM etkinliklerini uygulamak isteyen öğretmenler için öneriler hazırlanmıştır. Bunlar aşağıda sunulmuştur.

### 5.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

- Bu araştırma 8 haftalık bir uygulama süreci ile sınırlıdır. Daha ayrıntılı inceleme adınaler için farklı üniteleri içeren daha uzun süreli araştırmalar yürütülebilir.
- Bu araştırmada her ne kadar deney ve karşılaştırma gruplarından oluşan karşılaştırmalı bir çalışma planlansa da gerek okul imkanları gerekse pandemi süreci nedeniyle yürütülemediştir. Farklı sınıf düzeylerinde uygulama ve karşılaştırma gruplu araştırmalar yapmak ve nitel bulgularla ayrıntılı incelemeler yapmak STEM destekli ATBÖ uygulamalarının etkililiği ve süreci hakkında daha ayrıntılı bilgi sunabilir.
- ATBÖ destekli STEM eğitimi ve diğer çağdaş eğitim yaklaşımlarının 21. yy. becerileri üzerine etkisine yönelik karşılaştırmalı çalışmalar yapılabilir.
- Bu alanda bilimsel okuryazarlık, medya okuryazarlığı ve iletişim becerilerine ilişkin hem argümantasyon hem de STEM eğitiminin etkilerinin incelendiği çalışmaların sayısının sınırlı olması nedeniyle bu alanlarda çalışmalar yapılarak alanyazına katkı sağlanabilir.

- ATBÖ destekli STEM eğitiminin etkisinin incelenmesi sadece öğrencilerle sınırlı kalmayıp 21. yy. becerilerine sahip olması gereken öğretmenlerin hizmet içi eğitimlerinde de uygulamalarının yapılması ve etkisinin araştırılması alan yazına katkılar sağlayabilir.

## 5.2. Öğretmenlere Yönelik Öneriler

- ATBÖ destekli STEM eğitiminin farklı fen bilimleri kazanımlarında da etkili olup olmadığını belirlemek ve farklı fen bilimleri kazanımlarına yönelik öğrenme ortamlarının tasarlanması sağlanabilir. STEM eğitiminin fen bilimleri öğretim programına entegre edilmesinin yanı sıra iki yenilikçi eğitim yaklaşımı olan STEM ve Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme yaklaşımının birbiri birliktile bütünleştirilmesi ile öğretim programına entegresi sağlanabilir. Böylece fen bilimleri dersinde çok çeşitli etkinlikler geliştirilebilir. Bu noktada öğretmenin hem STEM hem de argümantasyon yaklaşımına dair bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu noktada önce her bir yaklaşımı ayrı ayrı deneyip özümsemeleri sonra entegre ederek uygulamaları hem öğrencinin sürece adapte olması hem de öğretmenin deneyim kazanması konusunda fayda sağlayabilir. Her iki yaklaşımda emek, sabır ve zaman gerektirmektedir. Bu noktada bu etkinlikleri öğretmenlerin sürece yayararak sınıflarında uygulamalara yer vermesi önerilmektedir.
- Bu süreçte öğrencileri araştırma sorularına yönlendirmek ve tartışmaları etkili bir şekilde yürütebilmek için öğretmen yönlendirmeleri önem arz etmektedir. Bu yönlendirmelerde sıkıntı yaşamamak için öğretmenlere açık uçlu soru sormaları ve öğrenciler tarafından kendilerine yöneltilen sorulara doğrudan cevap vermeyip öğrencileri düşünmeye yönlendirmeleri önerilmektedir.
- ATBÖ destekli STEM eğitimi yürütülürken öğrenciler grupları kendileri oluşturmalarına rağmen sorun yaşamışlardır. Grup oluştururken öğrenciler işbirliği içinde çalışabilecekleri ve her grup üyesinin eşit sorumluluk alması gerektiği noktalarına dikkat ederek gruplarını oluşturmaları konusunda yönlendirilmelidir. Gerektiğinde öğretmenin müdahale etmesi faydalı olabilir.
- ATBÖ destekli STEM eğitimi öncesinde mutlaka öğretmenin plan hazırlaması önerilmektedir. Hazırlanan plan sürecin daha sorunsuz ilerlemesini ve öğretmenin kendini güvende hissedebilmesini sağlayacaktır. Bu konuda alanyazından destek alınabilir.

## KAYNAKÇA

- Abdullah, S., & Shariff, A. (2008). The effects of inquiry-based computer simulation with cooperative learning on scientific thinking and conceptual understanding of gas laws. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(4), 387-398.
- Acar, D. (2018). *FETEMM eğitiminin ilkökul 4.sınıf öğrencilerinin akademik başarı, eleştirel düşünme ve problem çözme becerisi üzerine etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.
- ACTS. (2007). The Assessment and Teaching of 21st Century Skills Presentation to The Ahıs Education Forum: Canberra Hyatt Hotel Monday August 30 Patrick Griffin.
- Akgündüz, D. & Akpınar, B. C. (2018). Okul öncesi eğitiminde fen eğitimi temelinde gerçekleştirilen stem uygulamalarının öğrenci, öğretmen ve veli açısından değerlendirilmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 32(1), 1-26.
- Aktaş, M. (2022). *Sosyobilimsel konuların Sokratik sorgulama yoluyla öğretilmesinin BİLSEM öğrencilerinin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerine etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi.

- Akpınar, S. (2011). *Girişimciliğin temel kavramları*. Umuttepe Yayınları.
- Alıcı, M. (2018). *Probleme dayalı öğrenme ortamında STEM eğitiminin tutum, kariyer algı ve meslek ilgisine etkisi ve öğrenci görüşleri*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Kırıkkale Üniversitesi.
- Altan, E. B., Yamak, H., & Kırıkkaya, E. B. (2016). Hizmet öncesi öğretmen eğitiminde FETEMM eğitimi uygulamaları: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Amgoud, L., & Prade, H. (2009). Using arguments for making and explaining decisions. *Artificial Intelligence*, 173 (3-4), 413-436. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2008.11.006>.
- Atabaş, Ü. (2020). *STEM eğitiminin fen bilimleri dersinde dördüncü sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerine ve STEM eğitimine ilişkin görüşlerine etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Avcı, Ö. (2018). *Farklaştırılmış öğretim uygulamalarının öğrencilerin girişimcilik becerisi ve akademik başarısı üzerine etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Kırıkkale Üniversitesi.
- Aybek, B. (2006). *Konu ve beceri temelli eleştirel düşünme öğretiminin öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimi ve düzeyine etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- Aydoğdu, M., & Kesercioğlu, T. (2005). *İlköğretimde fen ve teknoloji öğretimi*. Anı Yayıncılık.
- Aytaç, Ö. & İlhan, S. (2007). Girişimcilik ve girişimci kültür: sosyolojik bir perspektif. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(3), 101-120.
- Bahçe, M. (2020). *İlkokul 4.sınıf öğrencilerinin FETEMM etkinlik uygulamalarının değerlendirilmesi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Dumlupınar Üniversitesi.
- Ball, T., Beckett, L., & Isaacson, M. (2015). Formulating the problem: digital storytelling and the development of engineering process skills. In: 2015. *Frontiers in Education Conference (FIE)*.
- Banks, C., McCarthy, J., & Rasool, J. (1993). *Critical thinking-reading and writing in a diverse world*. California: Wadsworth Publishing Company.
- Baydar, Z., & Acar, Ö. (2018). Fetemm Eğitimi ve Argümantasyona Dayalı Olarak İşlenen 7. Sınıf Elektrik Enerjisi Ünitesinin Öğrenci Kazanımlarına Etkisi. *Bildiri Tam Metin Kitabı Proceeding Book*, 88.
- Baydaş, Ö., Yeşildağ-Hasançebi, F., & Kilis, S. (2018). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımında üniversite öğrencilerinin tartışma süreçlerinin incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 564-581.
- Bayrakçeken, S., Doymuş, K., & Doğan, A. (2013). *İşbirlikli öğrenme modeli ve uygulaması*. Pegem Akademi.
- Bellanca, J. A., & Brandt, R. S. (2010). *21st century skills: rethinking how students learn*. Tree Press. Bloomington, IN: Solution.
- Bilekyiğit, Y. (2018). *Biyoloji dersinde gerçekleştirilen STEM etkinliğinin meslekî ve teknik anadolu lisesi öğrencilerinin akademik başarılarına ve kariyer ilgilerine etkisinin incelenmesi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi.



- Bilir, U. & Özkan, M. (2018). Fen bilimleri öğretiminde araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarısına etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(1), 223-256.
- Bingöl, G. & Demir, A. (2011). Amasya sağlık yüksekokulu öğrencilerinin iletişim becerileri. *Göztepe Tıp Dergisi*, 26(4), 152-159.
- Boran, G. H. (2014). *Argümantasyon temelli fen öğretiminin bilimin doğasına ilişkin görüşler ve epistemolojik inançlar üzerine etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Pamukkale Üniversitesi.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algularına etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Burns, E. (2009). *The use of science inquiry and its effect on critical thinking skills and dispositions in third grade students*. Chicago: Loyola University.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: a 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30–35.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Californians Dedicated to Education Foundation. (2014). *Innovate: a blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in california public education*. Retrived from [https://www.cde.ca.gov/pd/ca/sc/documents/innovat\\_e.pdf](https://www.cde.ca.gov/pd/ca/sc/documents/innovat_e.pdf)
- Capraro, M. M., & Jones, M. (2013). Interdisciplinary STEM project-based learning. In R.M. Capraro, M.M. Capraro, & J. Morgan (Eds.), *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) approach* (pp.51–58). Rotterdam: Sense.
- Ceylan, K. E. (2012). *İlköğretim 5. Sınıf öğrencilerine dünya ve evren öğrenme alanında bilimsel tartışma (argümantasyon) odaklı yöntem ile öğretimi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMm) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Uludağ Üniversitesi.
- Charyton, C. (2014). An overview of the relevance of creative engineering design: Background. *Creative Engineering Design Assessment*, 1-10.
- Chin, C., & Osborne, J. (2010). Students' questions and discursive interaction: their impact on argumentation during collaborative group discussions in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 883-908.
- Choi, A., Notebaert, A., Diaz, J. & Hand, B. (2007). Examining structure of science argument generated from the science writing heuristic approach across year 7 and 10 students. *ESERA Conference, 2007 August 21st - August 25th At Malmö University, Malmö, SWEDEN*.
- Cooper, R., & Heaverlo, C. (2013). Problem solving and creativity and design: what influence do they have on girls' interest in stem subject areas?. *American Journal of Engineering Education*, 4(1), 27-38.

- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Karma yöntem araştırmaları, tasarımı ve yürütülmesi*. (2. Baskıdan çeviri). (Çev. Edl: Y. Dede, S. B. Demir). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Cüceloğlu, D. (1997). *Yeniden insan insana*. Remzi Kitabevi.
- Çakır, R., Ozan, C. E., Kaya, E., & Buyruk, B. (2016). The impact of fetemm activities on 7th grade students' reflective thinking skills for problem solving levels and their achievements. *Participatory Educational Research* , 4(2), 182-189.
- Çakıroğlu, E. (2016). *STEM Education Textbook*. Ankara.
- Çelik, H., Bacanak, A., & Çakır, E. (2015). Fen laboratuvarı girişimcilik ölçeği geliştirilmesi. *Journal of Turkish Science Education*, 12(3), 65-78.
- Çepni, S. (2017). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*. Pegem Akademi.
- Çınar, S., Pırasa, N., & Sadoğlu, G. (2016). Views of science and mathematics pre-service teachers regarding STEM. *Universal Journal of Educational Research*, 4(6),1479-1487.
- Çiftçi, M., & Çınar, S. (2017). Fen bilgisi öğretmenlerinin STEM eğitiminin fen bilimleri dersine entegrasyonu hakkındaki görüşleri. *Ulead 2017 Annual Congress: Icre*.
- Çorlu, M. S. (2013). Insights into STEM education praxis: An assessment scheme for course syllabi. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 13(4), 1-9.
- Demir, H. (2021). *Doğada STEM etkinliklerinin 7.sınıf öğrencilerinin çevresel tutumlarına, bilimsel yaratıcılıklarına, yansıtıcı düşünme becerilerine, STEM meslek alan ilgilerine ve tutumlarına etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Alaaddin Keykubat Üniversitesi.
- Demirbağ, M. (2011). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının kullanıldığı fen sınıflarında modsal betimleme eğitiminin öğrencilerin fen başarıları ve yazma becerilerine etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Ahi Evran Üniversitesi.
- Demircioğlu, T. (2011). *Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının laboratuvar eğitiminde argüman temelli sorgulamanın etkisinin incelenmesi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- Demircioğlu, T. & Uçar, S. (2014). Investigation of wiritten argüments about akkuyu nuclear power plant. *Elementary Education Online*, 13(4) 1373-1386.
- Demirel, R. (2021). *Işık konusunun argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile öğretiminin 7.sınıf öğrencilerinin 21.yy yaşam becerileri ve öğrenme ürünlerine etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Aksaray Üniversitesi.
- Deniş Çeliker, H., & Balım, A. G. (2012). Bilimsel yaratıcılık ölçeğinin Türkçeye uyarlama süreci ve değerlendirme ölçütleri. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 1-21.
- Denson, C., Buelin, J., Lammi, M., & D'Amico, S. (2015). Developing instrumentation for assessing creativity in engineering design. *Journal of Technology Education*, 27(1), 23-40.
- Dilek, H., Taşdemir, A., Konca, A.S., & Baltacı, S. (2020). Okul öncesi çocukların sorgulamaya dayalı stem etkinlikleri sırasında bilim motivasyonu ve süreç becerileri, *Journal of Education in Science, Environment and Health* , 6(2), 92-104.
- Doğan, H. (2020). *Beşinci sınıf fen bilimleri dersi ünitelerinin bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımı ile tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Pamukkale Üniversitesi.

- Doppelt, Y. (2005). Assessment of project-based learning in a mechatronics context. *Journal of Technology Education*, 16(2), 7-24. <https://doi.org/10.21061/jte.v16i2.a.1>
- Dönmez, B. (2016). Sosyal bir sistem olarak sınıf. M. Şişmam ve S. Turan (Ed.), *Sınıf Yönetimi (13. Baskı) içinde* (46-59). Pegem Akademi.
- Durak, İ. (2011). Girişimciliği etkileyen çevresel faktörlerle ilgili girişimcilerin tutumları: Bir alan araştırması. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 9(2), 194-213.
- Ecevit, T. & 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.
- Eilks, I. (2005). Experiences and reflections about teaching atomic structure in a jigsaw classroom in lower secondary school chemistry lessons. *Journal of Chemical Education*, 82(2), 313-319.
- Eker, M. (2020). *STEM eğitimi uygulamalarının 5.sınıf öğrencilerinin fen motivasyonlarına ve girişimciliklerine etkisinin incelenmesi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Ekici, F. (2022). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları, STEM görüşleri ve STEM odaklı argümantasyon becerilerinin incelenmesi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Ekinci, N. (2015). İşbirliğine dayalı öğrenme. Demirel, Ö. (Ed.). *Eğitimde yeni yönelimler içerisinde* (93-109). Pegem Yayıncılık.
- Elder, L., & Paul, R. (2010). Critical thinking: competency standards essential for the cultivation of intellectual skills. *Journal of Developmental Education*, 34(2), 38-39.
- Er, S., & Kıvrıncı, T. (2020). Argümantasyon tabanlı fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve akademik başarılarına etkisi. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(3), 317-343.
- Erdem, A. R., & Yazıcıoğlu, A. (2016). The relation between teacher candidates' ability of solving problems and critical thinking. *OPUS International Journal of Society Researches*, 5(9), 27-41.
- Erdoğan, F. & Şengül, S. (2017). The effect of cooperative learning method enhanced with metacognitive strategies on students' metacognitive skills in math course. *Education And Science*, 42(192), 263-301.
- Ergin, A. & Birol, C. (2000). *Eğitimde iletişim*. Anı Yayıncılık.
- Ergün, A. & Kıyıcı, G. (2019). Fen bilgisi öğretmeni adaylarının STEM eğitime ilişkin metaforik algıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 27(6), 2513-2527.
- Erkan, H. (2000). *Bilgi uygarlığı için yeniden yapılanma*. İmge Yayınevi.
- Eroğlu, S. & Bektaş, O. (2016). Ideas of science teachers took stem education about stem based activities. *Journal of Qualitative Research in Education*, 4(3), 43-67.
- Ertuğrul Akyol, B. (2020). *STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel, eleştirel, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerine etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Erciyes Üniversitesi.
- Eryılmaz, S. & Uluyol, Ç. (2015). 21. Yüzyıl becerileri ışığında fatih projesi değerlendirmesi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(35), 209-229.

- European Commission, (2011). Entrepreneurship education: enabling teachers as acritical success factor. A report on teacher education and training to prepare teachers for the challenge of entrepreneurship education. *Final Report, Entrepreneurship Unit, Bruxelles.*
- Evancho, R. S. (2000). *Critical thinking skills and dispositions of the undergraduate baccalaureate nursing student.* [Unpublished master's thesis]. Southern Connecticut State University.
- Evcim, İ. (2021). *Fen bilimleri dersinde STEM entegrasyonu ile kuvvet ve enerji ünitesinin geliştirilerek, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerine ve girişimcilik yeterliliklerine etkisinin incelenmesi.* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Evrar, S. N. (2015). *Fen bilgisi eğitimi öğretmen adaylarının argümantasyon tabanlı bilim öğrenme sürecinde büyük grup çalışmalarının incelenmesi.* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Kastamonu Üniversitesi.
- Facione, N. C., Facione, P. A., & Sanchez, C. A. (1994). Critical thinking disposition as a measure of competent clinical judgment: The development of the California Critical Thinking Disposition Inventory. *Journal of Nursing education, 33*(8), 345-350.
- Facione, P. A., Facione, N. C., & Giancarlo, C. A. (1997). The motivation to think in working and learning. *New Directions For Higher Education, 96*, 67-79.
- Fairweather, J. (2008). *Linking evidence and promising practices in science, technology, engineering and mathematics (STEM) under graduate education.* The National Academies Press.
- Genç, Ş. (2008). *Sosyo-kültürel oluşturma temeline tasarlanan öğretimin ortaöğretim öğrencilerinin periyodik özellikleri öğrenmeleri üzerine etkisinin belirlenmesi.* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Getzels, J. W., & Csikszentmihalyi, M. (1967). Bilimsel yaratıcılık. *Science Journal, 3*(9), 80-84.
- Glesne, C. (2013). *Nitel araştırmaya giriş.* (Çev. A. Ersoy, P. Yalçınoğlu). Anı Yayıncılık.
- Gökbayrak, S. & Karışan, D. (2017). An investigation of the effects of stem based activities on preservice science teacher's science process skills. *Western Anatolia Journal of Educational Sciences, 8*(2), 63-84.
- Gömlüksiz, M. N. & Kan, A. Ü. (2009). Sosyal bilgiler dersi öğretim programının eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme ve girişimcilik becerilerini kazandırmadaki etkililiğinin belirlenmesi (Diyarbakır ili örneği). *Firat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi, 8*(1), 39-49.
- Granvold, D. K. (1994). *Cognitive and behavioral treatment.* California: Brooks-Cole Company.
- Gupta, M. L. (2004). Enhancing student performance through cooperative learning in physical sciences. *Assessment and Evaluation in Higher Education, 29*(1), 63-73.
- Gülen, S. (2018). Determination of the effect of STEM-integrated argumentation based science learning approach in solving daily life problems. *World Journal on Educational Technology: Current Issues, 10*(4), 95-114.
- Güldemir, S. & Çınar, S. (2017). Fen bilimleri öğretmenleri ve ortaokul öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *ULEAD 2017 Annual Congress: ICRE.*

- Gülen, S. (2016). *Fen-teknoloji -mühendislik ve matematik disiplinlerine dayalı argümantasyon destekli fen öğrenme yaklaşımının öğrencilerin öğrenme ürünlerine etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. On Dokuz Mayıs Üniversitesi.
- Gülen, S. & Yaman, S. (2018). Fen bilimleri dersinde argümantasyon süreci ve STEM disiplinlerinin kullanımı; odak grup görüşmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15 (1), 1184-1211.
- Gülhan, F. (2016). *Fen, teknoloji, mühendislik, matematik entegrasyonunun (STEM) 5.sınıf öğrencilerinin algı, tutum, kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Günel, M., Kabataş Memiş, E. & Büyükkasap, E. (2010). Yapararak yazarak bilim öğrenimi (YYBÖ) yaklaşımının ilköğretim öğrencilerinin fen akademik başarılarına ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumuna etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 35(155), 36-48.
- Gürkaynak, İ., Üstel, F., & Gülgöz, S. (2008). Eleştirel düşünme. Eğitim Reformu Girişimi. Retrieved from: <http://acikerisim.bahcesehir.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1048/SU0010.pdf?sequence=1>, Erişim Tarihi: 20.03.2021.
- Güven, B. (2006). *Öğretmen adaylarının küresel geometri anlama düzeylerinin karakterize edilmesi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Hacıoğlu, Y. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Hasançebi, F. (2014). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının öğrencilerin fen başarıları, argüman oluşturma becerileri ve bireysel gelişimleri üzerine etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Heller, K. A. (2007). Scientific ability and creativity. *High Ability Studies*, 18(2), 209-234.
- Heppner, P. P., & Peterson, C.H. (1982). The development and implications of a personal problem solving inventory. *Journal of Counseling Psychology*, 29, 66-75.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds). (2014). STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research. *National Academy of Engineering and National Research Council*. Washington D.C.: The National Academies Press.
- Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- İkikat, U. (2019). *Zenginleştirilmiş fen bilimleri dersinin ilköğretim öğrencilerinin yaratıcı düşüncelerine etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. İstanbul Aydın Üniversitesi.
- İlk, A. (2019). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (ATBÖ) yaklaşımının fen bilimleri dersinde öğrencilerin akademik başarısına ve tutumuna etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.
- İşcan, Ö. F., & Kaygın, E. (2011). Potansiyel girişimciler olarak üniversite öğrencilerinin girişimcilik eğilimlerini belirlemeye yönelik bir araştırma. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 3(2), 275-286.
- Kabataş Memiş, E. (2017). Argümantasyon uygulamalarına katılan öğretmen adaylarının küçük grup tartışmalarına ilişkin görüşleri. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(5), 2037-2056.

- Kadayıfçı, H. (2008). *Yaratıcı düşünmeye dayalı öğretim modelinin öğrencilerin maddelerin ayrılması ile ilgili kavramları anlamalarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Kahraman, E., & Doğan, A. (2020). STEM etkinliklerine yönelik ortaokul öğrencilerinin görüşleri. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 4 (1), 1-20.
- Karakaya, F., Yantırı, H., Yılmaz, G. & Yılmaz M. (2019). Determination of primary school students' views about STEM activities: Example of 4th grade. *International Journal of Turkish Educational Sciences*, 7(13), 1-14.
- Karakuzu, B. (2021). *STEM temelli algodoo etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin ışığın madde ile etkileşimi ünitesindeki bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Erciyes Üniversitesi.
- Kardaş, N., Anagün, Ş. S., & Yalçinoğlu, P. (2014). Problem çözme envanterini ilköğretim öğrencilerine uyarılma çalışması: doğrulayıcı faktör analizi sonuçları. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(51), 182-194.
- Karışan, D., & Yurdakul, Y. (2017). Mikroişlemci destekli fen-teknoloji-mühendislik matematik (stem) uygulamalarının 6. Sınıf öğrencilerinin bu alanlara yönelik tutumlarına etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(1), 37-52.
- Kaya, H. İ. (2010). Yapılandırmacı öğrenmeye dayalı uygulamaların öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimlerine etkileri. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 154, 1-22.
- Kearney, M. & Treagust, D. F. (2000). An investigation of the classroom use of prediction-observation- explanation computer tasks design to elicit and promote discussion of students' conceptions of force and motion. NARST 2000, April 28–31, New Orleans, LA, USA.
- Kek, M., Yih C. A., & Huijser, H. (2011). The power of problem-based learning in developing critical thinking skills: preparing students for tomorrow's digital futures in today's classrooms. *Higher Education Research and Development*, 30(3), 329-341.
- Keleş, O. B., (2000). *Eğitim yöneticilerinde sorun çözme ve denetim odağı ilişkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Ankara Üniversitesi.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11.
- Kingır, S. (2011). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının öğrencilerin kimyasal değişim ve karışım kavramlarını anlamalarını sağlamada kullanılması*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Kocabaş, S. (1993). Elements of scientific creativity. AAI Technical Report SS-93-01.
- Konuş, F. Z. (2019). *Ortaokul yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin girişimcilik eğilimlerinin FETEMM tutumlarını yordama durumu*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Sütçü İmam Üniversitesi.
- Korkut, F. (1996). Yetişkinlere yönelik iletişim becerileri eğitimi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 28(28), 143-149.
- Kökdemir, D. (2003). *Belirsizlik durumlarında karar verme ve problem çözme*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Ankara Üniversitesi.

- Köksal, N. & Çöğmen, S. (2018). Ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme ve iletişim becerileri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44(44), 278-296.
- Küçük Demir, B. (2014). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme öğrencilerin matematik başarılarına ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Laius, A., & Rannikmäe, M. (2011). Impact on student change in scientific creativity and socio-scientific reasoning skills from teacher collaboration and gains from professional in-service. *Journal of Baltic Science Education*, 10(2), 127-137.
- Manaf, E. B. A., & Subramaniam, R. (2004). Use of chemistry demonstrations to foster conceptual understanding and cooperative learning among students. *Presented at the Conference of the International Association for the Study of Cooperation in Education, Singapore*.
- Marin, L. M., & Halpern, D. F. (2011). Pedagogy for developing critical thinking in adolescents: explicit instruction produces greatest gains. *Thinking Skills and Creativity*, 6(1), 1-13.
- Mathis, C. A., Siverling, E. A., Glancy, A. W., & Moore, T. J. (2017). Teachers' incorporation of argumentation to support engineering learning in STEM integration curricula, *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 7(1), 74-89. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1163>
- Mayasari, T., Kadarohman, A., Rusdiana, D., & Kaniawati, I. (2016). *Exploration of student's creativity by integrating stem knowledge into creative products*. In T. Hidayat, A. B. D. Nandiyanto, L. Hasanah, R. Rosjanuardi, A. Jupri, I. R. Suwarma, & L. S. Riza (Eds.), AIP Conference Proceedings (Vol. 1708, No. 1, p. 080005). AIP Publishing.
- McCollister, K., & M. F. Sayler. (2010). Lift the ceiling: Increase rigor with critical thinking skills. *Gifted Child Today* 33(1): 41-47.
- MEB. (2013). *Ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programı*. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- MEB. (2016). *Ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programı*. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- MEB. (2016). *STEM eğitim raporu*. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- MEB. (2018). *Ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programı*. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- MEB. (2011). *21.yüzyıl öğrenci profili*. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber* (Çev. S. Turan) Nobel Yayıncılık.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in k-12 stem education. In engineering in pre-college settings: synthesizing research, policy, and practices (pp. 35-60). Purdue University Press.
- Nam, J., Choi, A., & Hand, B. (2011). Implementation of the science writing heuristic (SWH) approach in 8th grade science classrooms. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9,1111-1133.
- National Academy of Engineering [NAE] ve National Research Council [NRC] (2009). *Engineering in k-12 education understanding the status and improving the prospects*. Edt. Katehi, L., Pearson, G. & Feder, M. Washington, DC: National Academies Press.

- National Academy of Engineering [NAE]. (2010). *Standards for k-12 engineering education?* Washington, DC: National Academies.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- Nelson-Legall, S. (1992). *Children's instrumental help-seeking. It's role in the social acquisition and construction of knowledge*. In Lazarowitz Ed. *Interaction In Cooperative Groups: Theoretical Anatomy of Group Learning*, New York: Cambridge University Press.
- Nosich, M. N. (2016). *Eleştirel düşünme ve disiplinler arası eleştirel düşünme rehberi* (Çev. B. Aybek). Anı Yayıncılık.
- OECD. (2009). Take the test: sample questions from. *OECD's PISA Assessments*. OECD.
- Oğul, E. (2021). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM uygulamalarındaki gelişim süreçlerinin incelenmesi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Ahi Evran Üniversitesi.
- Öç, U. (2019). *Argümantasyona dayalı fen laboratuvarı uygulamalarının bilimsel süreç becerileri, laboratuvara yönelik tutum ve yaratıcılığa etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Cumhuriyet Üniversitesi.
- Öz, M. (2020). *Fen eğitiminde argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımı ve çoklu modsal betimleme kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Kastamonu Üniversitesi.
- Özcan, E. (2019a). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının öğrencilerin kavramsal anlamalarına, yaratıcı düşüncelerine ve epistemolojik inançlarına etkisinin incelenmesi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Özcan, E. (2019b). *Sosyo-bilimsel argümantasyon yönteminin öğrencilerin bilgileri günlük hayatla ilişkilendirme düzeylerine, girişimciliklerine ve sürdürülebilir fen bilimlerine yönelik tutumlarına etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Partnership for 21st Century Skills. (2009). *P21 framework definitions*. [http://www.p21.org/documents/P21\\_Framework\\_Definitions.pdf](http://www.p21.org/documents/P21_Framework_Definitions.pdf)
- Peters-Burton, E. E. (2014). Is there a "Nature of STEM"? *School Science and Mathematics*, 114(3), 99-101.
- Polat, H. (2019). *Argümantasyon yöntemine dayalı laboratuvar etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimleri, mantıksal düşünme becerileri ve akademik başarılarına etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. İnönü Üniversitesi.
- Poock, J. R. (2005). *Investigating the effectiveness of implementing the science writing heuristic on student performance in general chemistry*. [Unpublished doctoral dissertation]. Iowa State University.
- Rawat, T. C. (2010). A study to examine fluency component of scientific creative talent 9 of elementary stage students of himachal pradesh with respect to area, type of 9 school and gender. *International Transactions in Humanities and Social Sciences*, 29(2), 152-161.
- Salami, M. K. A., Makela, C. J., & de Miranda, M. A. (2017). Assessing changes in teachers' attitudes toward interdisciplinary stem teaching. *International Journal of Technology and Design Education*, 27, 63-88.
- Senemoğlu, N. (1997). *Gelişim öğrenme ve öğretim*. Gazi Kitabevi.



- Slavin, R.E. (1992). When and why does cooperative learning increase achievement? Theoretical and empirical perspectives. 145-173 in Hertz-Lazarowitz and Miller (Eds.) *Interaction in Cooperative Groups*, NY, NY: Cambridge University Press.
- STEM Akademi. (2013). *Dünyada STEM*. www.stemakademi.com.tr.
- Sözen, M. (2022). *Entegre STEM eğitiminin 7. Sınıf öğrencilerinin argümantasyon becerilerine etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Pamukkale Üniversitesi.
- Szabo, Z., & J. Schwartz. (2011). Learning methods for teacher education: the use of online discussions to improve critical thinking. *Technology, Pedagogy and Education*, 20(1), 79-94.
- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). STEM related after-school program activities and associated outcomes on student learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(1), 309-322.
- Şahin, B. (2019). *STEM etkinliklerinin fen öğretmeni adaylarının stem farkındalıkları, tutumları ve görüşleri üzerine etkisinin belirlenmesi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Bartın Üniversitesi.
- Şirin, E. (2020). *STEM etkinliklerinin 7.sınıf öğrencilerinin girişimcilik becerilerine ve STEM tutumlarına etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Tarkin-Çelikkıran, A., & Aydın-Günbatır, S. (2017). Investigation of pre-service chemistry teachers' opinions about activities based on STEM approach. *YYU Journal of Education Faculty*, 14(1), 1624-1656.
- Tatlısu, S. (2020). *Fen bilimleri dersinde argümantasyon yönteminin kullanılmasının 7.sınıf öğrencilerinin fen öğrenme becerisi ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisinin incelenmesi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Akdeniz Üniversitesi.
- Taylan, S. (1990). *Heppner'in problem çözme envanterinin uyarılma, güvenilirlik ve geçerlik çalışmaları*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Ankara Üniversitesi.
- Topsakal, İ. (2018). *Probleme dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin öğrenme iklimlerine, eleştirel düşünme eğilimlerine ve problem çözme becerilerine ilişkin algılarına etkisinin araştırılması*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Erzincan Üniversitesi.
- Tuhtakaya, (2019). *Fen bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci uygulamalarına yönelik görüşleri, mühendislik becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarının değerlendirilmesi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Mersin Üniversitesi.
- Uçar, C. (2018a). *Argümantasyon tabanlı öğretimin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları, girişimcilikleri ve sorgulayıcı öğrenme becerileri üzerine etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.
- Uçar, S. (2018b). Girişimcilik ve STEM eğitimi. Akgündüz, D. (Ed.), *Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada STEM Eğitimi* içinde 98-112. Anı Yayıncılık.
- Uçar, R. (2019). *Argümantasyonla zenginleştirilmiş STEM etkinliklerinin 7.sınıf öğrencilerinin 'güneş sistemi ve ötesi' ünitesindeki akademik başarılarına, astronomi "ye yönelik tutumlarına, eleştirel düşünme eğilimlerine ve STEM kariyer ilgilerine etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi.

- Ulu, C. & Bayram, H. (2015). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımına dayalı laboratuvar etkinliklerinin 7. Sınıf öğrencilerinin kavram öğrenmelerine etkisi: yaşamımızdaki elektrik ünitesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(37), 61-75. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/pauefd/issue/33862/374978>
- Uzel, L. (2019). *6. Sınıf madde ve ısı ünitesinde gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli uygulamaların öğrencilerin problem çözme ve tasarım becerilerine etkisinin değerlendirilmesi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Aksaray Üniversitesi.
- Üstündağ, S. & Beşoluk, Ş. (2012). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi*. X. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde Üniversitesi, Niğde. Erişim adresi: [http://kongre.nigde.edu.tr/xufbmek/dosyalar/tam\\_metin/pdf/2441-30\\_05\\_2012-20\\_26\\_26.pdf](http://kongre.nigde.edu.tr/xufbmek/dosyalar/tam_metin/pdf/2441-30_05_2012-20_26_26.pdf).
- Üstündağ Gökmen, S. (2019). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının düşünme stilleri, problem çözme algıları, yaratıcı düşünceleri ve eleştirel düşünme eğilimleri arasındaki ilişki*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- Van Laar, E., Van Deursen A. J.A., Van Dijk, A. J., & De Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: a systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 72, 577-588.
- World Economic Forum. (2015). New vision for education: unlocking the potential of technology. *World Economic Forum*, Geneva, Switzerland.
- Yalçın, S. (2018). 21. yüzyıl becerileri ve bu becerilerin ölçülmesinde kullanılan araçlar ve yaklaşımlar. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 51(1), 183-201.
- Yarıcı, M. (2021). *STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına, girişimcilik ve problem çözme becerilerine etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Fırat Üniversitesi.
- Yeşildağ Hasançebi, F. (2021a). Eleştirel düşünmenin eğitim açısından önemi. Kabataş Memiş, E. ve Kaçar, A. (Ed.), *Eleştirel ve Analitik Düşünme* içinde (92-109). Pegem Yayıncılık.
- Yeşildağ Hasançebi, F. (2021b). İletişim becerisi. Kabataş Memiş, E. (Ed.), *21.yy Becerileri için Fen Eğitimi* içinde (280-300). Pegem Yayıncılık.
- Yeşildağ Hasançebi, F. Güner, Ö., Kutru, Ç., & Hasançebi, M. (2021). Impact of STEM integrated argumentation-based inquiry applications on students 'academic success, reflective thinking and creative thinking skills. *Participatory Educational Research*, 8(4), 274-296.
- Yeşildağ Hasançebi, F., & Günel, M. (2013). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının dezavantajlı öğrencilerin fen bilgisi başarısına etkisi. *İlköğretim Online*. 12(4), 1056-1073.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayınları.
- Yıldırım, B. & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvarı dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri*, 2(2),28-40. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ecjse/issue/4899/67132> adresinden erişildi.
- Yıldırım, B. & Türk, C. (2017). Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşleri: uygulamalı bir çalışma. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 195-213.

- Yıldırım, B. & Selvi, M. (2018). Ortaokul öğrencilerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(18), 47-54.
- Yıldırım, H. İ. & Şensoy, Ö. (2011). İlköğretim 7. Sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimi üzerine eleştirel düşünme becerilerini temel alan fen öğretiminin etkisi. *Kasmonu Eğitim Dergisi*, 19(2), 523-540.
- Yıldırım, B. & Türk, C. (2018). Argümantasyon destekli STEM uygulamalarının etkililiği. *STEMES 2018*, 5.
- Yıldırım, C. & Can, B. (2018). Argümantasyon destekli probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin sorgulayıcı öğrenme becerilerine etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44(44), 251-277. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/pauefd/issue/37689/425309>
- Yıldırım, H. İ. (2009). *Eleştirel düşünmeye dayalı fen eğitiminin öğrenme ürünlerine etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Yüksel, N. A. (2007). *İletişim bilgisi*. Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Zhou, G. (2010). Conceptual change in science: a process of argumentation. *Eurasia Journal of Matematic, Science and Technology Education*, 6(2), 101-110.

## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction

In this research, it was conducted to examine the effects of using argumentation and STEM education integrating, on the development of critical thinking, problem solving, creativity and communication skills within the theme of learning and innovation skills of 21st century skills, which are considered within the framework of P21. It is possible that this study can fill the gap in the literature on this subject. The research questions are:

- What is the effect of Argumentation-Based Inquiry (ABI) supported STEM Education on 7th grade students' communication, scientific creativity and problem solving skills with critical thinking disposition?
- What is the relationship between communication, critical thinking disposition, scientific creativity and problem solving skills of students receiving Argumentation-Based Inquiry (ABI) Supported STEM Education?
- What are the views of 7th grade students about the Argumentation-Based Inquiry (ABI) Supported STEM Education process?

### Method

In the research, qualitative and quantitative research methods were used together. The research is a one-group pre-post-test weak experimental design weighted research among the quantitative research methods. In order to support the quantitative data, qualitative data were collected through semi-structured interviews. The participants of the research consisted of 11 students studying at the 7th grade in a village school located in the Black Sea Region. In the determination of the sample, easily accessible sampling method, one of the purposeful sampling methods, was used. The reason for choosing this school in the research is that the teacher who does the application has knowledge and experience about ABI and STEM approaches. In the research, Scientific Creativity Test (BYT) developed by Hu and Adey (2002), California Critical Thinking Disposition Inventory (CCTDI) developed by Facione and Facione (1992),

Communication Skills developed by Korkut (1996) Evaluation Scale (IAS), Problem Solving Skills Inventory developed by Heppner and Peterson (1982), and semi-structured interview form were used. The research was carried out in a village school whose education process continued face to face during the pandemic process in the 2020-2021 academic year. Since the application will be carried out with group activities, at the beginning of the process, the students were divided into groups of 2-3 people with the friends they chose, and the activities were carried out as a group throughout the application. Groups were created by students. While forming their groups, the students were directed to choose people with whom they could work in harmony with each other. First of all, pre-tests were applied to the students. After the application named Mr. YILDIZ was made. In this application, in order to prepare the students for the argumentation process, while questioning who the murderer is through a mysterious death story, the basic components of the argument, the concepts of claim, evidence, data and justification, were discussed and how they were created. In addition, information was given about what STEM education is and how this education process will progress. ABI Supported STEM Worksheet developed by the researcher was used throughout the research period. This worksheet was examined by three experts (lecturer and teacher) and prepared by making necessary arrangements as a result of expert opinions. While creating the worksheet, ABI applications were included in the steps of the engineering design process used in design-based STEM education. Statistical analysis methods were used in the analysis of the data obtained from the data collection tools in the research. Wilcoxon Signed Ranks Test (because  $N < 30$ ) was used, one of the non-parametric tests, to compare the data of students' 21st century skills before and after the application. Content analysis was used in the analysis of qualitative data.

### **Results and Discussion**

When the pre- and post-test of the Scientific Creativity Test were compared, in the pre-post test total score ( $z = 2.84$ ,  $p < .05$ ,  $r = .85$ ) and in all sub-dimensions; fluency ( $z = 2.80$ ,  $p < .05$ ,  $r = .84$ ), flexibility ( $z = 2.76$ ,  $p < .05$ ,  $r = .83$ ), and subjectivity ( $z = 2.68$ ,  $p < .05$ ,  $r = .80$ ) It was determined that there was a significant difference in favor of the post-test. When the pre- and post-test of the critical thinking disposition scale were compared, the pre-post test total score ( $z = 2.49$ ,  $p < .05$ ,  $r = .75$ ) and the analytical thinking ( $z = 2.96$ ,  $p < .05$ ,  $r = .89$ ) and it was determined that there was a significant difference in favor of the post-test from the sub-dimensions of curiosity ( $z = 2.14$ ,  $p < .05$ ,  $r = .64$ ). According to the Wilcoxon Signed Rank Test results, when the pre-post-test results obtained from the students' communication skills assessment scale were compared, it was determined that there was a significant difference in favor of the post-test score. When the pre- and post-test of the Problem Solving Inventory were compared, in the pre-post-test total score ( $z = 2.94$ ,  $p < .05$ ,  $r = .88$ ) and in all sub-dimensions; confidence in problem solving ability ( $z = 2.94$ ,  $p < .05$ ,  $r = .88$ ), approach avoidance ( $z = 2.67$ ,  $p < .05$ ,  $r = .80$ ), and personal control ( $z = 2.56$ ,  $p < .05$ ,  $r = .77$ ) there is a significant difference in favor of the posttest. It is seen that there is no significant relationship between the development of scientific creativity skills and other 21st century skills. There is a positive and moderate relationship between problem solving skills and communication skills ( $\tau = .550$ ,  $p < .05$ ) and critical thinking disposition ( $\tau = .527$ ,  $p < .05$ ). There is a positive and high level relationship between communication skills and critical thinking skills ( $\tau = .734$ ,  $p < .05$ ). When the results of the semi-structured interviews with the students at the end of the application process were examined, 3 themes were determined. These are the positive aspects of the teaching process, the difficulties experienced and the views on 21st century skills.

As a result of the research, we can say that ABI supported STEM education has a positive effect on the development of 7th grade students' scientific creativity, critical thinking, communication and problem solving skills. It was concluded that there is a positive and moderate relationship between problem solving skills and critical thinking skills. Similarly, it was concluded that there is a positive and moderate relationship between problem solving and communication skills. In addition, it was concluded that there is a positive and high level

relationship between communication skills and critical thinking skills. It has been determined that the students have the opinion that the stated 21st century skills have improved with STEM education supported by ABL.