

4. Sınıf Öğrencilerinin STEM Etkinlikleri Sürecinde Kullandıkları Argümanların İncelenmesi

İdris KÖYLÜ^{1*}, Muhammet ÖZDEN²

Araştırma Makalesi

ÖZET

Sorumlu Yazar
*İdris KÖYLÜ

Süreç
Geliş : 12/11/2024
Kabul: 26/12/2024

İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin STEM sürecinde kullandıkları argümanları incelemeyi amaçlayan bu araştırma temel nitel araştırma deseni kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma katılımcılarının belirlenmesinde tipik durum örnekleme ve ölçüt örnekleme teknikleri aşamalı olarak kullanılmıştır. Belirlenen örnekleme teknikleri kapsamında İç Ege Bölgesinde yer alan bir devlet okulunun dördüncü sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan beş öğrenci araştırmanın katılımcılarını oluşturmuştur. Öğrencilerin STEM eğitimi sürecinde kullandıkları argüman yapılarını incelemek üzere araştırma yapılan sınıfın öğretmeni tarafından yedi farklı STEM etkinliği hazırlanmış ve uygulanmıştır. Bunlar Paraşüt, Yemek Kutusu, Su Aracı, Köprü, Araç, Teleferik ve Su Arıtıcı adlı etkinliklerdir. Katılımcı öğrencilerin STEM etkinlikleri sürecinde kullandıkları argüman yapıları gözlemler ve video ile kayıt altına alınmış ve elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. Araştırma sonucunda ilkokul 4. sınıf düzeyinde öğrencilerin STEM etkinlikleri sürecinde en çok iddia bileşenini kullanırken en az kullanılan bileşenlerin destekleyici ve çürütücü bileşenler olduğu belirlenmiş ve öğrencilerin daha çok birinci ve ikinci seviye argüman yapıları ortaya koyabildikleri sonuçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fen Eğitimi, STEM Eğitimi, Mühendislik Eğitimi, Argümantasyon, Argüman Niteliği

Investigation of 4th Grade Students' Arguments Used in the Process of STEM Activities

Research Article

ABSTRACT

Corresponding Author
*İdris KÖYLÜ

History
Received: 12/11/2024
Accepted: 26/12/2024

This study, which aims to examine the arguments used by 4th grade primary school students during STEM education activities, was conducted using a basic qualitative research design. Typical case sampling and criterion sampling strategies were gradually used to determine the research participants. Within the scope of the sampling strategy determined, five students studying at the fourth grade level of a public school located in the Inner Aegean Region constituted the participants of the study. In order to examine the argument structures used by the students in the STEM education process, seven STEM activities were prepared and implemented by the teacher of the class. These activities were Parachute, Food Box, Water Vehicle, Bridge, Vehicle, Cable Car and Water Purifier. The argument structures used by the participant students during the STEM activities were recorded with observations and video and the data obtained were analyzed by content analysis method. As a result of the study, it was determined that students at the 4th grade level of primary school used the claim component the most in the STEM activities process, while the least used components were supportive and rebuttal, and it was concluded that students were mostly able to put forward first and second level argument structures.

Keywords: Argumentation, Argument Quality, Engineering Education, Science Education, STEM Education

1 Öğretmen, Kütahya İl Millî Eğitim Müdürlüğü, i.koylu@windowslive.com Orcid: [0000-0003-2902-9598](https://orcid.org/0000-0003-2902-9598)
2 Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, muhammet.ozden@dpu.edu.tr
Orcid: [0000-0003-4325-0803](https://orcid.org/0000-0003-4325-0803)



Giriş

Fen eğitiminin temel amacı bilim okuryazarı bireyler yetiştirmektir (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993; Duban, 2014; Bybee, 2010; Kılıç, Haymana ve Boz-yılmaz 2008; Özden ve Cavlazoğlu, 2015). Bilim okuryazarlığı eleştirel düşünme, bilimsel sorgu-lama, karar verme, kanıta dayalı düşünme, problem çözme becerilerini geliştirerek yaşamın her alanında bilimi ve bilimsel bakış açısını kullanma ve üretken olmayı içermektedir (Okulu, 2019; Özden, 2016).

Fen bilimlerinin hedeflediği bilim okuryazarı birey yetiştirme amacının geleneksel yön-temlerle başarılması oldukça güçtür (Çınar, Pırasa ve Sadoğlu, 2016; Huyugüzel Çavaş, 2016; Topsakal, 2018). Bilim ve teknoloji alanındaki gelişmelerin çok hızlı yaşanması ve bu gelişmelerin gerisinde kalmamak için ülkelerin yoğun çaba göstermesi, eğitim alanında yeni yaklaşımların or-taya çıkmasına sebep olmuştur (Celep Havuz ve Karamustafaoğlu, 2016). Çağın gereklerini sağ-lamak ve ülkeler arası bilim ve teknoloji yarışında rekabet edebilmek için gerek dünyada (Bybee ve Fuchs, 2006) gerekse ülkemiz eğitim programlarında geleneksel yöntemlerden uzaklaşmaya çalışılmaktadır (Çakıcı, 2010; Köseoğlu ve Kavak, 2001; Yıldırım 2016). Geleneksel yöntemler bil-ginin öğrenciye aktarıldığı, keşfetme ve etkin katılımın kısıtlı olduğu öğretmen merkezli yöntem-lerdir. Pozitivist paradigmaya dayalı geleneksel yöntemlerle öğrenmenin kalıcı olmadığı ve gün-lük hayata uyarlanamadığı geniş ölçüde kabul görmektedir (Bayraklı, 2019; Laçın Şimşek, 2019). Fen eğitiminde geleneksel yöntemlere bağlı kalınmayıp bireyin öğrenmeyi özümsemiği (Şahin, 2014), öğretmen tarafından verilen bilgiyi değil öğrencinin kendi öğrenmesini gerçekleştirdiği (Kutluca, Çetin ve Akbaş, 2020), bireysel farklılıkların önemsendiği (Köseoğlu ve Kavak, 2001) özgür eğitim ortamlarını savunan çağdaş yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu yaklaşımların ortak özelliği öğrenci merkezli olması ve tek bir disipline bağlı kalmak yerine disiplinler arası öğretimi desteklemeleridir (Çakıcı, 2010). Öğrencinin öğrenme sürecinin öznesi olduğu ve disiplinler arası öğretimi hedefleyen bu yaklaşımlardan biri STEM eğitimidir (Sanders, 2012).

STEM eğitimi günlük yaşamda karşılaşılan problemlere öğrencilerin çözüm üretmelerini sağlayan bir yaklaşımdır (Breiner, Harkness, Johnson, Koehler, 2012). Bu yaklaşımda öğrencilerin sorunla yüzleştirilerek çözüme yönelik süreçleri yürütüp yönetmesi ve ortaya bir ürün çıkarması beklenir (Sanders, 2009; Wang, Moore, Roehrig, Park, 2011). STEM eğitiminde bilgi ve becerile-rin öğrencilere disiplinler arası bir yaklaşımla kazandırılması söz konusudur (Lacey ve Wright, 2009; Tekin Poyraz, 2019). İlgili disiplinler arasındaki engellerin kaldırılması ve gerçek dünya bağlamında öğrenme ön plandadır (Sanders, 2009). STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesini amaçlayan yaklaşım farklı disiplin ve konu alanlarına ait bilgi, beceri ve değerlerin daha anlamlı ve birleştirilerek öğretilmesi esasına dayanır (Wang ve diğ. 2011). Bu yaklaşım gerçek yaşam sorunlarının tekil disiplinlerle ele alınamayacağından yola çıkarak bilgi ve becerilerin de birlikte edinilmesi gerekliliğini savunur.

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünleştirildiği disiplinler arası bir eğitim yaklaşımı olan (Sanders, 2009) STEM eğitiminin amacı dört disiplin ve bu disiplinlere



ait konularda öğrencileri donanımlı bir şekilde yetiştirerek STEM meslek ve kariyer alanlarındaki nitelikli birey ihtiyacını karşılamak biçiminde ifade edilmiştir (National Research Council [NRC], 2012). Böylece STEM eğitiminin; bilginin edinildiği okul ile bilgiyi kullanan iş dünyası arasında köprü görevi görmesi ve STEM okuryazarlığını geliştirmesi umulmaktadır (Bybee, 2010).

STEM eğitimi teorik bilgilerin uygulamaya dökülüp bir ürüne dönüştürülmesi bakımından büyük önem taşımakta ve ilgi görmektedir (Çınar ve diğ. 2016). Bu ilginin hayata geçirilmesi ve devamlılığının sağlanabilmesi için STEM eğitim sürecinin okul öncesi eğitimden yükseköğretime kadar tüm eğitim kademelerini kapsamı gerektiği görüşü hâkimdir (Çorlu ve Aydın, 2016; Gonzalez ve Kuenzi, 2012). Böylece STEM eğitimi ile yetişen her bir öğrenci sorgulayan, problem çözen, özgüven sahibi, yenilikçi, karar alabilen ve liderlik yapabilen, bilim okuryazarı bir birey olarak yetişecek (NRC, 2012) ve 21.yy becerilerine sahip olabileceklerdir (Karahan ve Ünal 2019).

Eleştirel bakış açısı ve bilimsel sorgulama fen bilimlerinin öğrencilere kazandırmak istediği becerilerdendir (MEB, 2017). Nitekim fen bilimleri öğretim programları bağımsız ve karar alma sürecinde etkin bireylerin yetiştirilmesi gerektiğini belirtirken (Çalışkan, 2020), Ulusal Araştırma Konseyi (NRC, 1996) sorgulama tabanlı etkinliklerin kullanılmasını tavsiye etmektedir. Öte yandan öğrencilerin sorgulayıcı bir tavırla olaylara yaklaşması ve eleştirel düşünmeyi kavraması eğitim ortamlarında bu yeterliklere ulaşmalarını sağlayacak bir anlayışla mümkündür. Öğrencilerin görüş veya önerilerini tartışıp savunmalarına, bilimsel gerekçelerle desteklemelerine olanak veren sözü edilen anlayışa uygun yöntem argümantasyon odaklı öğretim tekniğidir (Anagün ve Kardeş, 2016).

Argümantasyon ortaya atılan bir iddiayı desteklemek için kişilerin veriler ve gerekçeler sunarak, karşıt görüşleri çürütücü ifadelerle kendi savdukları iddiaya ikna etme sürecidir (Erduran, Simon ve Osborne, 2004). Ancak argümantasyon tartışma ya da münazara olarak algılanmamalıdır. Argümantasyon basit anlamda tartışma olarak aktarılsa da gerçekte tarafların sadece görüşlerini savdukları bir ortam değil yapılandırılmış bir bilimsel konuşma (Aktamış, 2017), kazanan ya da kaybedeni veya en doğru olanı belirleyecek bir tartışma değil olaylar ve fikirler arasındaki ilişkileri bireysel bilgi ve becerilerle ortaya koyma biçimidir (Duschl ve Osborne, 2002).

STEM eğitim yaklaşımında gerçek yaşam sorunları ele alınır (Breiner ve diğ., 2012). Ancak gerçek yaşam sorunlarının genel geçer tek bir çözümünün olmayışı her birey için farklı bir çözüm tasarımı demektir (Gülen ve Yaman, 2018). Bilimsel açıdan bir problemin birden çok doğru çözüm yolu olabilir düşüncesinden yola çıkarak STEM yaklaşımının açık uçlu doğası öğrencilerin argümantasyon yapabilmeleri için uygun bir bağlam özelliği taşımaktadır (Gülen, 2018; Kaptan ve Korkmaz, 2001). STEM eğitim sürecinde çözüm aranan konuya yönelik öğrencilerin tespitleri, çözüm önerileri, ürün tasarlama ve geliştirme aşamalarında farklı fikirleri olacaktır. Soruna yönelik tespitlerden ürün oluşturmaya kadar öğrenciler her aşamada iddialarını destekleyecek argümanlar ortaya koyacaktır. Bu argümantasyon sürecinde öğrenciler birbirlerinin düşüncelerine kuşkucu bir şekilde yaklaşacaklar, birlikte sebep sonuç analizi yapacaklar ve ulaştıkları sonuca göre fikirlerinde değişime gideceklerdir (Anagün ve Kardeş, 2016). Dolayısıyla STEM yaklaşımı



öğrencilerin argümantasyon yapabilmeleri için uygun bir zemine sahiptir.

STEM uygulamalarında gerçek yaşam senaryoları kullanılır ve sunulan senaryo öğrenci tarafından alındığı andan itibaren içsel bir sorgulama ile zihinsel olarak olası çözümler üretme süreci başlar (Sanders, 2009). Bu süreç içerisinde öğrenci bireysel ya da grup olarak birden fazla hipotez içerisinden bilgi ve deneyimlerini kullanarak en başarılı olacağını düşündüğü hipoteze karar verir ve bu düşünceyi destekleyecek veriler ve iddialar sunar (İnam ve Güven, 2019). Çözümüne yönelik süreci tasarlayarak arkadaşları ile paylaşır. Ancak her öğrencinin tasarımı farklı olacağı için karar verme sürecinde ortaya konulan argümanlar önem kazanır. STEM yaklaşımı kanıta dayalı bir karar verme ve uygulama süreci (Akarsu, Akçay ve Elmas, 2020) olduğu için öğrencilerin iddialarını bir veriye dayandırmaları hem STEM yaklaşımı hem argüman oluşturma hem de fen okuryazarlığı için çok önemlidir (Evren Yapıcıoğlu, 2016). Bununla birlikte alan yazında STEM eğitiminin bağlam olarak kullanıldığı araştırmalarda öğrencilerin argüman yapılarını ve niteliklerini inceleyen ya da geliştirmeyi amaçlayan herhangi bir araştırmaya ulaşılamamıştır. Bir diğer anlatımla STEM eğitimi süreçlerinde öğrencilerin karar verme, tartışma, düşüncelerini savunma ya da diğer öğrencilerin argümanları çürütürken kullandıkları argüman yapılarını incelemek ve onların argüman üretme niteliklerinin nasıl geliştirileceğini keşfetmek önemlidir.

STEM yaklaşımına yönelik alan yazın incelendiğinde öğrenci, öğretmen aday ve öğretmenlerin STEM yaklaşımına yönelik görüş (Bozkurt-Altan ve Ercan, 2016; Karahan, Canbazoglu-Bilici ve Ünal, 2015, Karakaya, Yantırı, Yılmaz ve Yılmaz, 2019; Yıldırım ve Selvi, 2018) ve STEM algılarının (Balçın, Çavuş ve Topalaoğlu, 2018; Öner ve Özdem Yılmaz, 2019; Şimşek, 2019) sıklıkla çalışıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda katılımcıların STEM etkinlikleri sonrasında STEM yaklaşımına yönelik algılarında anlamlı bir değişim rapor edildiği bulunmuştur (Herdem ve Ünal, 2018). Öte yandan STEM alanlarında dezavantajlı gruplardan olan kız öğrencilere yönelik çalışmalara (Özdeş ve Aslan, 2019; Yıldırım ve Türk, 2018) ve ortaokul ya da orta öğrenim seviyesindeki öğrencilerin STEM alanlarında kariyer, ilgi ve seçimlerine odaklanan (Azgın ve Şenler, 2019; Bozkurt Altan, Üçüncüoğlu ve Zileli, 2019; Gülhan ve Şahin, 2018; Korkut Owen ve Eraslan Çapan, 2018) araştırmalar da bulunmaktadır. Bununla birlikte ilkökul öğrencilerini konu edinen STEM konulu çalışmaların görece daha az olduğu çeşitli araştırmalarda belirtilmektedir (Çavaş ve diğ. 2020; Herdem ve Ünal, 2018). Bu boşluğu doldurma ve alana katkı sağlama adına ilkökul öğrencileri ile yapılan çalışmaların artırılması gerektiği açıktır.

Diğer taraftan Şahin (2014) dünyada olduğu gibi Türkiye’de de argümantasyon ile ilgili yapılan çalışmaların sayısının arttığını ancak Türkiye’de yurtdışındaki argüman üretme ve argümantasyon becerisine yönelik çalışmaların aksine argümantasyonun bağımsız değişken olarak kullanımına daha sık rastlandığını rapor etmektedir. Vurgulanan çalışmalarda argümantasyonun akademik başarıya ve tutuma etkisi (Balci ve Benzer, 2020; Bozkurt ve Doğru, 2021; Karakuş ve Yalçın, 2016; Küçük Demir ve İşleyen, 2019; Okumuş, 2020; Uluay ve Doğan, 2018) ve argüman kaliteleri (Aydın Güç ve Kuleyin, 2021; Çorbacı ve Yakışan, 2018; Evren Yapıcıoğlu ve Kaptan, 2018; Kutluca, 2012; Kutluca, Çetin, Doğan, 2014; Uluçınar Sağır, Soylu, Bolat, 2021) en sık çalışılan konu alanlarıdır. Yapılan çalışmalarda argümantasyon yönteminin kullanıldığı çalışmalar-



da akademik başarının arttığı gözlenmiştir (İnam ve Güven, 2019). Bununla birlikte kavramsal öğrenme (Keçeci, Kırılmazkaya ve Kırbag Zengin, 2011; Uç ve Benzer, 2021) ve bilimin doğası konularında (Çetin, Erduran ve Kaya, 2010; Köseoğlu, Tümay ve Üstün, 2010) da argümantasyon yönteminin kullanıldığı çalışmalar vardır.

Yapılan alan yazın incelemesinde ilkokul düzeyinde argümantasyon konusunda az sayıda çalışma olduğu, ilkokul öğrencilerinin argüman yapılarını anlamaya yönelik yeterli literatür olmadığı görülmüştür (Hafizoğlu ve Bahar, 2020; Kardaş, 2013; Şahin, 2014). Bu doğrultuda çalışma sonucunda elde edilen bulguların ilkokul düzeyinde öğrencilerin argüman yapı ve kalitelerinin anlaşılması ile ilgili literatüre katkı sağlayacak olması ve bu sınıf düzeyindeki öğretmenlere öğrencilerin argüman yapıları ile ilgili bilgi vermesi önemlidir. Bununla birlikte STEM uygulamaları sürecinde kullanılan argüman yapılarının nasıl geliştirilebileceğine dönük olarak öğretmenlere ve araştırmacılara katkı sağlayacaktır. Araştırma alan yazında göz ardı edilen ilkokul öğrencilerinin STEM etkinlikleri sırasında oluşturdukları argümanların incelenmesi üzerine inşa edilmiştir. Bu bağlamda araştırmadan elde edilen bulgular ve bu bulgulardan hareketle yapılan önerilerin literatürde çalışma eksikliği olan bir alana yönelik katkı sağlarken daha sonra yapılacak ilgili çalışmalara da fikir vereceği düşünülmektedir. Bu araştırmanın amacı ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri sürecinde kullandıkları argüman yapılarını ve öğrencilerin STEM eğitim sürecindeki argüman kullanma niteliklerini incelemektir. Bu amaca dayalı olarak aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

- Öğrencilerin argüman bileşenlerini kullanma sıklıkları nedir?
- Öğrencilerin STEM etkinlikleri sırasında ortaya koydukları argümanların seviyeleri nedir?

Yöntem

Araştırma Modeli

İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri sürecinde kullandıkları argüman yapılarını incelemeyi hedefleyen bu araştırmada *temel nitel araştırma deseni* kullanılmıştır (Merriam, 2009). Bu desen araştırmalarda ele alınan olgular hakkında katılımcıların oluşturdukları anlam ve anlayışların yorumlamacı bir bakış açısıyla değerlendirilmesine olanak verir. Yine bu desen katılımcıların kendi deneyimlerini nasıl yorumladıklarını, deneyimlerine hangi anlamları yüklediklerini ve bunların sonucunda kendi dünyalarını nasıl yapılandırdıklarına yönelik olarak araştırmacıların içgörü kazanmasına yardımcı olmaktadır (Merriam, 2009). Araştırmada temel nitel araştırma deseni STEM etkinlikleri sürecinde öğrencilerin oluşturdukları argüman yapı ve özelliklerini yorumlamacı bir bakış açısıyla anlamak amacıyla kullanılmıştır. Böylece katılımcıların ortaya koydukları düşünce yapılarının özelliklerini incelemek ve ileri sürdükleri argümanlarının bağlamsal koşullarını nitel olarak değerlendirmek olanaklı olmuştur.

Çalışma Grubu

Araştırmanın katılımcılarını Ege Bölgesinde yer alan bir devlet okulunda öğrenim gören beş öğrenci oluşturmaktadır. Araştırma süreci için katılımcıların ailelerinden izin alınmasına karşın katılımcı isimleri değiştirilerek kod isim kullanılmıştır. Araştırma katılımcılarının belirlenme-



sinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme stratejisi kullanılmıştır (Patton, 2002). Bu örnekleme yaklaşımı araştırma sorusuna yanıt verme potansiyeli olan, zengin bilgi sağlayacak veri kaynaklarının seçilmesi ilkesine dayanmaktadır. Seçilen bilgi kaynakları araştırmacıya yanıt aradığı sorulara yönelik öğrenmeler gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (Patton, 2002).

Ölçüt örnekleme araştırma sorusuna yanıt vermek üzere araştırmacı tarafından belirlenen özelliklere uygun olay, durum ve bireylerin seçilmesini gerektirir. Bu kapsamda araştırmada belirlenen ölçütler şunlardır: (i) Araştırmaya katılacak öğrencilerin fen başarısının çeşitlilik göstermesi, (ii) Kız ve erkek öğrencilerin sayılarının eşit ya da birbirine yakın olması, (iii) Öğrenci sayısının az olması. Belirlenen ölçütlere göre araştırmaya katılan öğrencilerin fen başarı notları Tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 1

Çalışma Grubu Öğrencileri Fen Başarı Notları

Öğrenci İsimleri (Kod)	Cinsiyeti	Fen Başarı Notu
Arda	Erkek	92.4
Fatma	Kız	71.6
Ramazan	Erkek	87.8
Esin	Kız	77.4
Hamza	Erkek	73.6

Verilerin Toplanması ve Veri Toplama Araçları

Araştırma verileri alan notları ile toplanmıştır (Glesne, 2013). Alan notları STEM etkinlikleri sürecinde öğrencilerin oluşturdukları argümanların detaylı ve yansız bir şekilde incelenmesine olanak vermiştir. Yine alan notları aracılığıyla araştırmacı hem ilgili bağlamı daha açık betimleyebilmiş hem de katılımcıların argüman oluşturma sürecindeki etkileşimlerine örnek olabilecek ve okuyuculara aktarabilecek kanıtlar elde edebilmiştir.

Araştırma sürecinde alan notları öğrencilerin olağan ders saatlerinde gözlemler yoluyla elde edilmiştir. Bu süreçte katılımcıların STEM uygulamaları sürecindeki akıl yürütmeleri ses kayıt cihazı ve video kamera ile görüntülü şekilde kayıt altına alınmıştır. Nitel araştırmalarda ortamın video kamera ile kayda alınması çalışma grubundaki katılımcıların doğal davranış göstermemelerine sebep olabileceği için (Evren Yapıcıoğlu, Kaptan, 2018) kamera uygulamadan iki hafta önce ortama getirilerek duyarsızlaşma sağlanmaya çalışılmıştır.

İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri sırasında kullandıkları argüman yapılarını incelemeyi hedefleyen bu araştırma 2021-2022 eğitim öğretim yılı bahar döneminde yedi hafta boyunca ve haftada dört ders saati olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma uygulaması öğrencilerin olağan ders saatlerinde yapılmıştır. Bu amaçla öğrencilerin öğrenim gördükleri okuldaki fen bilimleri dersi kullanılmıştır.



Veri toplama süreci başlamadan katılımcıların öğrenim gördüğü sınıf ziyaret edilerek öğrencilerle tanışılmış ve çalışma hakkında kısaca bilgi verilerek düşünceleri alınmıştır. Aynı hafta sınıf öğretmeninin bir dersine ziyaretçi olarak katılmak suretiyle ortama kamera getirilmiş ve öğrencilere kayıt alınacağı bilgisi verilmiştir. Ders süresince müdahale edilmeksizin kayıt alınmış ve sınıftan ders sonunda çıkmıştır. İkinci hafta başka bir derse ziyaretçi olarak katılım sağlanmış aynı şekilde kamera kaydı alınmış ve müdahale edilmeksizin çıkmıştır. Öğrencilerin araştırmacıya ve kameraya karşı duyarsızlaşmasının amaçlandığı bu süreç sonunda öğrencilerle etkinlikler paylaşılmış ve ders akışının formatı verilmiştir.

Öğretmenin argümantasyon tekniğini tanıması ve öğrencileri etkinlik boyunca mühendislik odaklı STEM etkinliği içerisinde tutması için iki haftalık süreçte kendisine argümantasyon teknikleri, süreç yönetimi ve Toulmin Argüman Modeli hakkında akademik yayınlar verilmiş, ayrıca örnek ders kayıtları izletilmiştir. Öğretmenin STEM eğitime yönelik etkinlik örnekleri, ders planları sağlanarak örnek ders işlenişleri ile sürecin yönetimi hakkında bilgi sahibi olması sağlanmıştır. Öğretmenin STEM eğitimi ve argümantasyon konusunda bilgiler edinmesine yardımcı olduktan sonra uygulama sürecindeki STEM etkinliklerin neler olduğu ve her bir STEM etkinliğinin hangi tarihte kaç ders saati işe koşulacağına öğretmenle birlikte karar verilmiştir. Bu kapsamda araştırma uygulamasının takvimi Tablo 2’de görülmektedir.

Tablo 2*Araştırma Verilerini Toplama Süreci*

Tarih	Saat	Süre	Etkinlik
07/02/2022	12:30-13:30	60’	Okul yöneticileri ve sınıf öğretmeni ile görüşme
09/02/2022	10:10-10:50	40’	Sınıftaki öğrencilerle tanışma
11/02/2022	10:10-10:50	40’	Sınıf –ders ziyareti ve kamera kaydı alınması
15/02/2022	09:20-10:00	40’	İkinci ziyaret ve kamera kaydı alınması
08/03/2022	09:20-12:30	160’	Yiyecek Kutusu Yapıyorum
15/03/2022	09:20-12:30	160’	Paraşüt Yapıyorum
22/03/2022	09:20-12:30	160’	Araç Yapıyorum
29/03/2022	09:20-12:30	160’	Köprü Yapıyorum
05/04/2022	09:20-12:30	160’	Su Aracı Yapıyorum
19/04/2022	09:20-12:30	160’	Teleferik Yapıyorum
26/04/2022	09:20-12:30	160’	Su Arıtıcı Yapıyorum

Araştırmada katılımcıların argüman yapılarını incelemek üzere mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM yaklaşımı (Guzey vd., 2017) kullanılmıştır. Bu amaçla uygulama süreci (i) Problem durumunu belirleme, (ii) Çözümler getirme ve kriterler oluşturma, (iii) Malzeme seçimi ve eskizleri çizme, (iv) Çizimlerin prototipe dönüştürülmesi ve test edilmesi, (v) Geliştirme ve (vi) Değerlendirme (Özkul, 2021) aşamalarından oluşturulmuştur. Uygulama etkinlikleri hazırlan-



madan önce benzer araştırmalar incelenmiş (bkz. English ve King, 2015; Özkul ve Özden, 2020) ve araştırma içeriğini oluşturacak etkinliklerden bir havuz oluşturulmuştur. İlgili etkinlikler öğrenci düzeyine uygunluk, ekonomiklik (zaman ve maliyet) vb. ölçütler bakımından incelenmiş ve etkinlikler bu araştırma için yeniden uyarlanmıştır. Bu etkinliklerin her biri bir bağlam olarak kullanılmış ve katılımcı öğrencilerin mühendislik odaklı STEM eğitiminin her bir aşamasındaki argüman yapıları ve nitelikleri gözlemlenmiştir.

Öğrencilerin mühendislik odaklı STEM eğitimi sürecindeki argüman yapılarını incelemek üzere gruplar oluşturulmuştur. Gruplar öğrenci başarısı, arkadaşlık, kız, erkek gibi kriterlere bakılmaksızın tamamen heterojen olarak oluşturulmuştur. Sınıf mevcudu göz önüne alınarak önce 7 kişilik gruplar oluşturulması planlanmış ancak konuşmaların iç içe geçmesi ve anlaşılmaması sebebiyle öğrenci sayısı düşürülerek grup sayısı artırılmıştır. Her bir etkinlikteki grup çalışmaları iki adet görüntü ve ses kayıt özellikli kamera ve bir ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır.

Veri Analizi

Araştırma verilerinin analizinde içerik analizi yaklaşımı kullanılmıştır (Elo ve Kyngäs, 2008; Hsieh ve Shannon, 2005). İçerik analizi verileri oluşturan kelimelerin kullanım yapısını, yönelimini, bağlamını, ilişkilerini ve nicelik olarak sayısal tekrarlarını değerlendirerek veri hakkında keşif yapmakta kullanılacak sistemli bir kodlama ve sınıflandırma yaklaşımıdır (Grbich, 2013). Bu analiz tekniğiyle büyük veri setleri içerisinde hemen fark edilmeyen ancak benzer yapıları bünyesinde barındıran sözcükleri, örüntü ve söylemleri ilişkilendirmek, ortak noktaları belirlemek mümkündür (Özden, 2024).

İçerik analizinde veri analizi tümdengelimsel ya da tümevarımsal yaklaşımlar kullanılarak gerçekleştirilebilir. Tümdengelimsel yaklaşım bir alanda var olan öncül teorilere dayalı analiz çerçevelerinin kullanımını gerektirir. Öte yandan tümevarımsal yaklaşım ele alınan olgunun araştırma verilerine dayalı olarak açıklanması gerektiğini düşüncesini savunur (Hsieh & Shannon, 2005). Bu çalışmada verilerin analiz sürecinde tümdengelimsel yaklaşım kullanılmıştır.

Araştırmada tümdengelimsel içerik analizi süreci *hazırlık, düzenleme ve raporlama* olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir (Elo ve Kyngäs, 2008; Hsieh ve Shannon, 2005). **Hazırlık** aşamasında öğrencilerin STEM etkinlikleri sürecindeki oluşturdukları argümanları incelemek için ses kayıtları transkript edilmiş ve üzerinde çalışmaya hazır hale getirilmiştir. Yazılı hale getirilen dökümler anlamak üzere bir bütün olarak okunmuş ve araştırmacı analiz biriminin ne olacağına dönük düşünceler üretmiştir. Bu aşamanın sonunda öğrencilerin STEM uygulamaları sürecinde oluşturdukları argümanların her birinin analiz birimi olarak kullanılmasına karar verilmiştir.

Analizin ikinci aşaması sözcüklerin, betimlemelerin, benzerliklerin kullanılarak kodlama, kategori oluşturma, soyutlamaların yapıldığı **düzenleme** aşaması olmuştur. Elde edilen veriler farklı zamanlarda birkaç kez okunarak analiz birimi tanınmış etkinlikler arasındaki benzer noktalar şekillenmiş ve alınan notlarla etiketleme yapılmaya başlanmıştır. Bu amaçla Erduran vd. (2004) tarafından geliştirilen model incelenmiş ve kodlamanın bu modele göre sürdürülmesi kararı alınmıştır. Bu model argüman bileşenlerini barındırma açısından argümanları zayıftan güçlüye beş seviyede değerlendirmektedir. Araştırmada öncelikle öğrencilerin her bir etkinlikte



argüman yapıları hangi bileşenleri içeriyor bunlar tespit edilmiş ve aynı bileşenlerin oluşturduğu argümanlar aynı kategoriye alınmıştır. Daha sonra tüm etkinliklerin aynı kategorilerine ayrılan bileşenleri tek başlık altına toplanmış ve argümanların hangi seviye düzeyinde oldukları belirlenmiştir. Örneğin; modelde “3.seviye bir argüman veri, gerekçe veya desteklerle ve ara sıra kullanılan zayıf çürütmelerle oluşturulan, iddialar veya karşıt iddiaları içeren argümanlardan oluşur.” denmektedir. Bu kriter kapsamında seviye üç düzeyinde yedi etkinlikte toplam on üç argüman yapısı tespit edilmiştir. İncelenen yapılarda bahsedilen bileşenlerden biri olmadığında o argüman yapısı doğal olarak 2. Seviye olarak sınıflandırılmıştır.

Bu aşamada mühendislik tabanlı STEM modelinin tasarım süreci başlıklar halinde yazılarak argümanlar bu başlıklar altına etiketlenmiştir. Daha sonra her aşamanın kendi içinde etiketlenmesi yapılan argümanların çözümlenmesi yapılarak ortak yanları belirlenmiştir. Örneğin problemin tanınması ve çözüm üretme aşamasında argümanların iddia bileşeninde yığılma olduğu belirlenmiştir. Test etme sonrasında yeniden tasarlama aşamasında ise iddialara daha çok veri, destekleyici ve gerekçe bileşenlerinin eşlik ettiği, nadir de olsa çürütücülerin kullanıldığı gözlenmiştir.

Öğrencilerin STEM etkinlikleri sürecinde ortaya koydukları argüman bileşenlerini kullanma amaçları benzerlikleri açısından değerlendirilerek kategorilendirilmiştir. Karşı çıkma, destekleme, açıklama yapma, ikna etme, çözüm üretme olarak belirlenen kategoriler etrafında incelenen argümanların kullanım amaçları kategoriler altında ayrılmıştır. Frekans değerleri ölçülen bu kategoriler tablo haline getirilmiş ve çalışmanın bir boyutuna görsellik kazandırılmıştır. Süreçte öğrencilerin argüman kalitelerini belirlemek için argümantasyon kalitesi değerlendirme modeli kullanılmıştır. Bu modele uygun olarak argümanlar içeriğindeki bileşenlere göre zayıftan güçlüye beş seviyede değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme için etkinlik sürecinde elde edilen verilerden oluşturulan metinlerden argüman yapısı barındıran diyaloglar belirlenerek içeriklerindeki argüman bileşenleri tespit edilmiştir. Argüman seviyeleri belirlenirken argümantasyon yapısındaki bileşenler tek tek değil, üst düzey bileşene göre değerlendirme yapılmıştır. Örneğin bir yapıda çürütücü bileşen tespit edilmişse bu argümantasyon yapısının en az 3. düzey bir argüman olduğu ön değerlendirmesi yapılmıştır. Daha sonra bu çürütücünün diğer bileşenlerle bütünlük içinde iddiayı destekleyip güçlendirirken karşıt iddiayı çürütme durumu değerlendirilmiştir. 4. seviyede argüman için güçlü bir çürütücünün diğer bileşenlerle uyum ve bütünlük içinde iddianın etrafında şekillendiği yapılar aranmıştır. Öğrencilerin etkinlikler sürecinde oluşturdukları argümanlar argüman kalitesi belirleme modeline göre kategorilendirilmiştir. Bu veriler argüman kalitesi tablosunda argüman seviyesi frekans değerleri ile tablolaştırılarak yorum yapılması kolay hale getirilmiştir.

STEM eğitiminin aşamalı yapısının öğrenci argümanlarına yansımalarını belirlemek için mühendislik tabanlı STEM eğitimi aşamalarında öğrencilerin argüman yapıları incelenmiş, hangi aşamalarda argüman yapılarında kırılım yaşandığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu fark argüman bileşenlerinin kullanım zenginliği ve öğrencilerin argümanları nasıl genişlettiği ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Bileşen zenginliği iddia, veri, destek, gerekçe çürütücülerin bir arada anlamlı bir



bütünlük içerisinde kullanılmasını ifade etmektedir ve argümanlarda bu yapı aranmıştır. Öğrenci argümanları farklı aşamalarda içerdikleri argüman bileşenlerine göre kategorilere ayrılmıştır. Mühendislik tabanlı STEM eğitimi aşamaları altında oluşan bileşenlerin kullanım frekanslarında test etme sonrası yeniden tasarlama ve yapılandırma aşamasının yukarı yönlü bir sıçrama bölgesi olduğu; argümanlarının kullanım amaçlarında da farklılıkların meydana geldiği belirlenmiş, mühendislik tabanlı STEM eğitiminin aşamalı yapısının argüman yapılarına yansımaları ortaya çıkarılmıştır.

Raporlaştırma aşamasında kodlanıp sınıflandırılan ve başlıklar altında toplanan veriler ile okuyucuya anlaşılır kılacak yazılı bir metin oluşturulmuştur. Katılımcıların STEM etkinlikleri sürecinde oluşturdukları argümanların frekansları belirlenmiş ve kategoriler oluşturulmuştur. Yine bu aşamada argüman bileşenlerinin kullanma sıklığı yedi etkinliğin her birinde bileşenlerin sayılmasıyla oluşturulan sıklık tablosuna yansıtılmıştır. Tablonun "X" satırı iddia bileşenlerini, "Y" sütunu ise etkinlikler sırasında kaç kez bu bileşene rastlandığının işaretlenmesi ile oluşturulmuştur. Tabloya yansıtılan frekans değerleri ile nicel veriler görselleştirilmiş ve bileşenlerin kullanım sıklığı hakkında kolayca yorum yapılabilecek hale getirilmiştir. Raporlaştırma sürecinde araştırma katılımcılarının kimliklerini gizlemek için anonim isimler belirlenmiştir.

Bulgular

1. Öğrencilerin Argüman Bileşenlerini Kullanma Sıklıklarına Ait Bulgular

Araştırma kullanılan STEM etkinliklerinde öğrencilerin iddia, veri, gerekçe, destekleyici ve çürütücü bileşenleri kullandıkları görülse de bu bileşenlerin kullanım sıklıkları arasında büyük farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin argüman bileşenlerini kullanma sıklıkları Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3

Argüman Bileşenlerini Kullanma Sıklıkları

Etkinlik Adı	İddia	Veri	Gerekçe	Destekleyici	Çürütücü	Toplam
1 Yiyecek Kutusu Yapıyorum	20	6	7	7	1	41
2 Paraşüt Yapıyorum	18	9	12	5	2	46
3 Araç Yapıyorum	27	12	11	5	2	57
4 Teleferik Yapıyorum	31	7	4	7	5	54
5 Su Aracı Yapıyorum	31	14	14	6	3	68
6 Köprü Yapıyorum	34	24	14	16	5	93
7 Su Arıtıcı Yapıyorum	27	8	13	8	4	60
Toplam	188	80	75	54	22	419

Tablo 3 incelendiğinde öğrencilerin arkadaşları ve öğretmenleri ile kurdukları diyaloglarda argüman bileşenlerinden en çok iddiaya yer verdikleri görülmektedir. İddiada bulunmak, fikir ortaya atmak sayısal olarak öne çıkarken diğer bileşenlerin kullanımının daha az olduğu gözlenmiştir. Aşağıda yer verilen diyalog araç yapıyorum etkinliğinde öğrencilerin aynı anda birbirinden bağımsız farklı iddialar ortaya koyduğu görülmektedir.



- Ramazan ...tekerlerden birinin şişine lastiği bağlayıp tekeri döndüreceğiz ve şişe saracağız lastiği, lastik gerilecek bırakınca da eski haline gelecek ve tekeri döndürecek.*
- Nursena İp sayısını neye göre belirlediniz? Bence ipleri 4 değil de daha çok yerden bağlasanız uçabilirdi?*
- Esin ... delikler küçük açılrsa bile kum tanecikleri de küçüktür bir şekilde geçer... ama delikleri daha küçük olan şeyden zor geçer.*

Öğrencilerin etkinlikler sırasında farklı amaçlarla iddia ortaya koydukları ancak arkadaşları tarafından iddiaları ile ilgili sorulan sorulara, yapılan ekleme ya da itirazlara argüman bileşenlerini kullanarak cevap vermedikleri tespit edilmiştir. Bu durum iddianın diğer argüman bileşenlerine karşı kullanım sıklığını etkilemiştir.

Öğrencilerin iddiadan sonra ikinci olarak en sık kullandığı argüman bileşenlerinin veri ve gerekçe olduğu saptanmıştır. Etkinlikler sırasında ortaya çıkan diyaloglarda veri ve gerekçe kullanma sıklıklarının benzer olduğu gözlenmiştir. Öğrenciler tüm iddialarını veri ve gerekçelerle zenginleştiremeseler de cümlelerinde bu yapılarla yer vermişlerdir. Örneğin; Turgay isimli öğrenci yemek kutusu yapıyorum etkinliğinde yemek kutusunun sağlam olması ile ilgili materyal tercihini demirin sert yapısını veri, sağlamlığından dolayı içindekilerin ezilmeyeceğini gerekçe göstererek savunmuştur.

Turgay ...demir tabak kapların içine koyarız, demir serttir ve sağlam olur hiçbir şey ezemez.

Bir başka etkinlikte (Su Aracı Yapıyorum) Arda isimli öğrenci tasarımlarında gözlemledikleri sorunu aktarırken gerçek hayatta kayıkların motorlarının yeri ve işlevi hakkında bilgi vererek veri bileşenini kullanmıştır. Aynı diyalogda kendi tasarımlarında motor ve çarklarının su aracına hareket sağlayamamasını yerleştirilen ağırlık sonucu bu sistemlerin su yüzeyine çıkmalarından kaynaklandığını denge problemi olarak aktarmış ve gerekçe olarak kullanmıştır.

Arda ... Şimdi gördük dengesi bozuldu onun sebebini de anladık. Yük koyduğumuz yer yani yük için açtığımız yer kayığın ortasında değil. Yük merkezde olmayınca dengeli olmadı. Bir taraf daha ağır oldu kayıkta o tarafa doğru suya battı. Bizim çark kısmı da ters tarafta olduğu için biraz havaya kalktı dışarda kaldı. Aslında kayıkların motoru altta suyun içinde olur. Yük koyma yerini dengeli bir yer yapınca kayık düz duracak o zaman daha iyi hareket edecek.

Arda isimli aynı öğrencinin diğer bir etkinlikte (Köprü Yapıyorum) köprü yapımı için mukavva ile birlikte doktor çubuğu kullanmalarını mukavvanın ağırlık ve baskı karşısında kıvrılmaya eğilimli yapısını veri olarak kullanırken doktor çubukları ile kaplayarak bu kıvrılma ve bozulmayı önlemeye yönelik kaplama girişimlerini gerekçe olarak gösterdiği diyalog kesitine aşağıda yer verilmiştir.

Arda Köprüyü yaparken test edeceğimiz şeyleri düşündük. Mukavva tek başına ağırlıktan kıvrılabilir yani çok kıvrılmaz ama bükülebilir diye doktor çubuğu kullandık. Doktor çubukları mukavvadan daha sert ve sağlam olduğu için köprüyü onlarla kapladık.

Öğrencilerin etkinlikler sırasında ortaya attıkları iddiaları aynı oranda destekleyici bileşenler ile güçlendiremedikleri için destekleyici kullanım sıklığının iddia, veri ve gerekçenin



gerisinde kaldığı gözlenmiştir. Örneğin yemek kutusu yapıyorum etkinliğinde Hamza isimli öğrenci yemek kutusu yapacağı kutunun kenarlarını yapıştırmak için fazlalık pay olması gerektiği iddiasını legolardaki birleşim noktalarını örnek göstermiş, destekleyici olarak kullanmıştır.

Hamza Olmaz açık kalır aralar, iki parça mukavva böyle yapışamaz. Geçmeli de değil. Legoları düşün birbirine tutunan parçalar olmasa nasıl üst üste ya da yan yana duracak.

Bir başka etkinlikte (Su Arıtıcısı Yapıyorum) Esin isimli öğrenci atık malzemeleri sudan ayırmak için bir süzgeç tasarımları gerektiği iddialarını evde çay içerken bardağa siyah çay yapraklarının dökülmesini engelleyen süzgeç örneğiyle güçlendirmiş, destekleyici bileşen olarak kullanmıştır.

Hamza Süzgeç süzmek içindir. Ama biz burada yaprak, kum, taştan bahsediyoruz. Bunu süzecek bir süzgeç mi yapacağız biz.

Esin Evet süzgeç yapacağız. Çaydanlığın içine süzgeç koyuyoruz biz evde. Çayın taneleri bardağa gelmiyor o zaman. Ama süzgeç olmadan siyah siyah bardağın içine dökülüyor. Demliğin içinde o olunca nasıl tutuyorsa çay tanelerini bizim yapacağımız süzgeçte borunun ağzına konulunca içeri girecek malzemeleri tutar.

Etkinlikler sırasında öğrencilerce çokça iddia ortaya atılsa ve bu iddialar veri ve gerekçelerle desteklenmeye çalışılsa da her iddia kabul görmemekte, çürütücülerle bazı iddialar geçersiz hale getirilmektedir. Yapılan yedi etkinlikte argüman bileşenlerinden çürütücü kullanımı sadece teleferik yapıyorum etkinliğinde gerekçe kullanımının önüne geçmiş, onun dışında diğer etkinliklerde de tüm bileşenlerin gerisinde kalmıştır. Adı geçen etkinlikte çürütücü kullanımına ilişkin örnek aşağıda görülmektedir.

Berat Öğretmenim kutuyu ipe pipetle iki yerden bağlamışlar ya. Sürtünme dediler. Sürtünmeyi engellemek için daha az bağlantı olması gerekir. İki yerden bağlamak yerine tek yerden bağlasalar daha doğru olmaz mı?

Ramazan Tek yerden bağlamıştık da o zaman kutu yamuk duruyor. İpe çarpıyor. Balon da sağa sola daha çok sallıyor o zaman kutuyu. İki yerden bir ön bir arka iki uçtan bağlayınca o sallanma da gitti, daha düz durdu. Yani senin dediğini denedik ama böyle daha iyi oldu.

Teleferik yapımında taşıyıcı kutuyu yerleştirirken yapılan bağlantı sayısının sürtünmeyi etkileyeceğini belirten Berat isimli öğrencinin iddiasına karşı Ramazan isimli öğrenci deneme yaptıklarını, sürtünmeden başka sorunlar ortaya çıktığı için bu iddianın geçersiz olduğunu belirten açıklamalarını çürütücü olarak kullanmıştır.

Yukarıdaki örnekte de görüldüğü gibi öğrencilerin iddia ortaya atıp arkadaşlarının başka iddialar ile karşı görüşünü belirttikleri durumda destekleyici veya gerekçe kullanıp çürütücü kullanamamaları sayısal verilerde çürütücünün kullanım sıklığının azlığını anlaşılır hale getirmektedir.

2. Argüman Kalitesine Ait Bulgular

Öğrencilerin ortaya koydukları argümanlar 5 seviyede değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede öğrencilerin daha çok düşük nitelikli diyebileceğimiz Seviye 1-2 düzeyinde



argüman yapıları kurdukları nadiren Seviye 3 ve çok az Seviye 4 düzeyinde argüman yapıları kurdukları tespit edilmiştir. Aşağıda paraşüt yapıyorum etkinliğinden bir kesit olarak alınan diyaloga öğrencilerin Seviye 2 düzeyinde argümantasyon yapısı oluşturdukları görülmektedir.

Arda Öğretmenim paraşüt iki defa denedik ama istediğimiz gibi içine hava dolmadı. Poşet yamuk kaldı. Yani hafif gibiydi ama havada hemen düştü hava dolmayınca?

Öğretmen Peki içine hava dolmamasının sebebi ne olabilir?

Ramazan Öğretmenim poşet malzemesi çok ince. Hışır hışır. Havada bıraktığımız anda azıcık bir rüzgâr yamultuyor. İçine değil de yanına geliyor rüzgâr. Bir de poşetin tutma yerini kestik ya orası da çok uzun. Poşet derin kaldı içine hava dolamıyor. Ben kaplık kullanmak istemiştım grupta söyledim ama çoğunluk bunu tercih etti, poşeti. Benim kaplıkla yapmak istediğim şekil buna göre daha açık olacak hava kolayca girecekti.

Öğrenciler paraşüt için poşet kullanmışlar ama iddia ettikleri gibi hava içine kolayca dolarak paraşütün süzülmesini sağlayamamış. Ramazan isimli öğrenci malzeme olarak kaplık kullanma iddiasında bulunduğunu ancak arkadaşlarının kabul etmediğini belirtmektedir. Poşetin ince yapısından dolayı rüzgâra karşı şeklini koruyamadığından ve derinliğinden dolayı içine rüzgâr dolmadığını gerekçe göstererek iddiasını desteklemiş olsa da çürütücü kullanmadığı için bu argüman Seviye 2 düzeyinde değerlendirilmiştir.

Öğrencilerin ana bileşenlere göre alt bileşenleri kullanmakta zorlanmaları argüman seviyelerinde belirleyici rol oynamıştır. Bu durum öğrencilerin argüman bileşenlerini kullanma sıklıkları ile doğru orantılıdır. Aşağıdaki örnekte teleferik yapıyorum etkinliğinin test etme ve yansıtma aşamasında teleferiğin hareketinin istedikleri şekilde akıcı olmaması sorunu ile karşılaşan öğrenciler durumu anlamaya çalışırken ipin gevşek olmasını sorgulayıp gerginliğin ip üzerindeki cismin akıcılığına etkisini dile getirmiş, sorunun gerginlikle beraber malzeme kaynaklı olduğundan da bahsederek iddialarını veri ve gerekçelerle güçlendirmişlerdir. İp yerine teli alternatif olarak kullanmayı düşünseler de bu iddialarını güçlü bir çürütücü haline getirip destekleyemedikleri için bu argüman Seviye 3 düzeyinde değerlendirilmiştir.

Hamza İşe yaradı ama. Şimdi geliştirme zamanı. Neden gitmedi onu anlamaya çalışalım. İpi gevşek mi bağladık acaba gergin olunca mı daha iyi ilerler.

Esian Hayır o değil de bence ipten dolayı gitmedi. Yani gerginliği değil sorun. Şimdi kutuyu ipe tutturduk tamam. Balonu da yapıştırdık kutuya. Ama iki ip balonun havası bitene kadar birbirine takıldı sanki.

Ramazan İpleri mi sıkı bağladık yani.

Esin Hayır baksana bu ip kazak ipi kalın, tüylü. İkisi birbirine takılıyor.

Bir diğer etkinlikte su aracı yapmaya çalışan öğrenciler aracı hareket ettirecek mekanizmayı motor çarkı gibi bir itici ile mi yelken ile mi daha yararlı olacağını tartışırken iddiaya karşı karşıt iddia, veri, gerekçe kullanmış olsalar da çürütücüyü güçlü hale getirecek destekleyici kullanmadıkları için argümantasyon yapıları zayıf çürütücü ile Seviye 3 düzeyinde değerlendirilmiştir.

Esin Ee ne yapacağız yelken mi yapacağız?



- Ramazan* İlla yelken yapmak zorunda değiliz. Arabada yaptığımız gibi lastikle bir şey yapabiliriz.
- Arda* Lastikle ne yapılabilir? Var mı aklında bir şey?
- Ramazan* Bilmiyorum ama çarklı bir şey yerleştirebilsek hareketi yelkenden iyi olur.
- Fatma* Çarklı bir şey dediğin ne mesela. Yelken gerçekten kayıklarda gemilerde kullanılıyor normal de demi, onu yapalım çark ondan iyi mi?
- Ramazan* Yerini ayarlayabilirsek daha iyi, yelkenden. Yelken de kürek gibi tek başına çalışmaz birileri çekmesi lazımsa küreği yelkene de rüzgâr lazım.

Öğrencilerin ortaya koydukları argüman niteliklerinin 3. Seviye üzerine çıkmakta zorlandığı görülmektedir. İlk iki hafta argüman bileşenlerinin kullanımı ve argüman kaliteleri aynı düzeydedir. Üçüncü hafta bileşen kullanım sayısında belirgin bir artış gözlenmektedir. Önceki iki hafta argüman niteliği olarak en yüksek Seviye 3 düzeyinde argüman yapısı oluşturulurken bu hafta argüman niteliği seviye dört düzeyinde ölçüm yapılmıştır. Öğrencilerin Seviye 4 düzeyinde argümantasyon oluşturdukları diyaloga aşağıda yer verilmiştir.

- Ramazan* Bak orda dikkat ettiniz mi ilerlememesinin tek sebebi hafif olması değildi.
- Arda* Başka ne?
- Ramazan* Tekerler sert kapak. Biz testi nerede yapıyoruz masanın üstünde. O da parlak cilalı. Yani dümdüz. Teker orda tutunmuyor yere. Arabaları düşünsene lastikleri yumuşak. Yollar da masa gibi dümdüz değil, tırtıklı.
- Hamza* Ama herkes kapağı kullandı tekerlerde yumuşak bir şey ne var ki?
- Arda* Ramazan bu çıkardığımız lastiği tekere dolacak ya!
- Ramazan* Nasıl yani?
- Arda* Tekerleri düz kapak ya aracın. Onu dişli hale getireceğiz dolayısıyla da kesip yapıştıracağız kısa kısa. O zaman masanın üstünde kapaklar kaymaz. Tutunur.

Öğrenciler araçlarının tekerine aks bağlantısı olarak kullandıkları çubuğa lastik sararak tekerlere hareket vermeyi başarmışlar ancak tekerin bu hareketini araca aktaramamışlardır. Aracın hafif olmasının tek başına hareket için yeterli olmadığı karşıt iddiasını kuran öğrenciler tekerin sert, yüzeyin parlak oluşu sebebiyle tekerin tutunamadığını gerekçe olarak kullanmış ve hafif aracın kolay hareket edeceği iddiasını çürütmüştür. Gerçek hayattan örnek vererek araç lastiklerinin yumuşak malzemeden yapılmasını, yolların ise masa gibi kaygan değil pürüzlü yapısını destekleyici olarak kullanmıştır. Daha sonra hareketi sağlamak için parlak zeminde sert şişe kapağı yerine kapağı kauçuk lastikle yumuşak yüzeyli hale getirerek tutunmayı artırma iddiasında bulunmuştur. Bu argümantasyon yapısı iddiaya karşı karşıt iddia, veri, gerekçe, destekleyici ve çürütücü barındırdığı için Seviye 4 düzeyinde bir argüman olarak kabul edilmiştir. Ancak bu seviye kalıcı olmamış öğrenciler sonraki haftalarda sadece bir kez dördüncü seviye argüman yapısı oluşturabilmiş daha çok Seviye 3 düzeyinde kalmışlardır. Aşağıdaki tablo öğrencilerin etkinliklerde ortaya koydukları argüman niteliklerini göstermektedir.

**Tablo 4***Argüman Kalitesi (Niteliği) Tablosu*

Etkinlik Adı	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 4	Seviye 5
1 Yiyecek Kutusu Yapıyorum	7	4	1		
2 Paraşüt Yapıyorum	8	5	1		
3 Araç Yapıyorum	11	6	1	1	
4 Teleferik Yapıyorum	7	5	3		
5 Su Aracı Yapıyorum	8	9	2		
6 Köprü Yapıyorum	10	8	3		
7 Su Arıtıcı Yapıyorum	11	8	2	1	
Toplam	62	45	13	2	0

İlk haftalara göre ilerleyen haftalarda yapılan etkinliklerde argüman bileşeni kullanımı artmasına rağmen argüman kalitesinin aynı oranda artmadığı tespit edilmiştir. Bu durum öğrencilerin yaş-sınıf seviyeleriyle ve henüz somut işlemler döneminde olmaları ile açıklanabilir. Kullanılan bileşenlerin artması argüman farkındalığı oluşturulduğunu ancak nitelikli argüman kurmanın henüz kavranılmadığını göstermektedir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Öğrencilerin mühendislik uygulamaları sırasında argüman bileşenlerini kullandıkları ancak bu bileşenlerden ana bileşenleri (iddia, veri, gerekçe) daha sık, alt bileşenleri (destekleyici, sınırlayıcı, çürütücü) ise daha az kullandıkları belirlenmiştir. Etkinlikler sırasında en çok iddia bileşeni kullanılırken en az kullanılan bileşenlerin destekleyici ve çürütücü olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin argüman bileşenlerin kullanım sıklığının iddia ve veri boyutunda yoğun; gerekçe, destekleyici ve çürütücü boyutunda ise zayıf olması bu sınıf ve yaş düzeyinde öğrencilerin argüman yapıları oluştursalar da henüz argümantasyon bileşenlerini tam olarak kavrayamadıklarını göstermektedir. Soyut kavramların anlaşılıp özümsemesi ve pratiğe dökülerek kullanılmasını gerektirecek argümantasyon süreci Piaget'in bilişsel gelişim kuramı açısından değerlendirildiğinde de somut işlemler döneminde olan bu sınıf düzeyindeki öğrencilerin bilişsel gelişiminin üstünde bir beceridir (Eroğlu, 2023). Bu çıkarım Yalçın Çelik ve Kılıç (2017)'in çalışmalarında belirttikleri gibi argümantasyon sürecinde karşılaşılan sorunlardan öğrencilerin argümantasyon ve argümantasyon sürecini kavrayamama maddesi ile örtüşmektedir.

Öğrenciler farkında olmadan fikirlerini ifade etmek için kurdukları cümle yapıları ile iddia ortaya atmaktadırlar. Burada tasarıma yönelik zihinlerindeki düşüncelerini aktarma, tasarımı istedikleri şekilde oluşturma güdüsü ile hızlı bir şekilde fikir üretmeleri ön plana çıkmaktadır. Grup arkadaşı, öğretmen ya da bir sınıf arkadaşı bu iddiayı eleştiren ya da desteklemeyen bir karşılık verdiğinde öğrenci yüzeysel bilgilerle iddiasını güçlendirmek ve doğruluğunu ispatlamak için veri ve gerekçeler sunmaktadır. Ancak gelen eleştiriyi çürütecek ve karşıdaki



iddia sahibine kendi iddiasının doğruluğunu kabul ettirecek destekleyici ve çürütücü bileşenlerin çoğu zaman kurulamadığı görülmüştür. Dolayısıyla iddialara bağlı olarak kullanılan veri ve gerekçelerin kullanım sıklığı diğer bileşenlere göre yüksek frekans taşımaktadır. Şahin (2014) de dördüncü sınıf öğrencilerinin argüman yapılarını incelediği çalışmada öğrencilerin iddia, veri ve gerekçe bileşenlerini kullanarak argüman yaptıklarını belirtmiştir. Bu kullanım Toulmin'in argümantasyon bileşenlerini ana bileşen ve alt bileşen şeklindeki ayırımını destekler niteliktedir. Bu çıkarım Kardaş (2013)'in çalışmada bileşenleri içerme durumuna göre bir argümanın zayıf veya güçlü argüman yapısı sınıflandırması ile paralellik göstermektedir. Çünkü ana bileşenlerin alt bileşenlere göre daha basit düzeyde cümlelerle ifade edildiği görülmektedir.

Öğrenciler ana bileşenleri alt bileşenlere göre daha sık kullansa da kendi içinde sundukları iddiaları veriler kullanarak açıklamakla birlikte aynı oranda gerekçelendirememişlerdir. İddia ortaya atmak, fikir belirtmek kolay olsa da öğrencilerin iddialarını güçlendirecek gerekçe sunmakta güçlük yaşadıkları ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla ana bileşenler içinde gerekçenin iddia ve veriye göre daha az kullanıldığı gözlenmiştir. Bu bağlamda ana bileşenler arasında bir gruplandırma yapılacak olursa gerekçenin daha üst düzey bir bileşen olduğu ve ana bileşenlerle alt bileşenler arasında bir geçiş seviyesi ifade ettiği söylenebilir.

Ana bileşenlerin kullanım sıklığı bu şekilde açıklanırken aynı şekilde daha üst düzey düşünce ve karşıt fikirlere karşı iddianın savunulması için kullanılması gereken alt bileşenler daha az kullanılmıştır. Destekleyiciler Toulmin (2003)'e göre alt bileşen grubunda yer alırlar ve iddiaya yönelik veri ve gerekçeleri güçlendirmek amacıyla kullanılmaktadırlar. Alt bileşenlerden destekleyicilerin belirli gerekçeleri doğrulayan örnek veya varsayımlar (Sağır ve Kılıç, 2013) olduğu değerlendirilecek olursa diyaloglarda gerekçe bileşeninin az kullanılması destekleyici bileşenlerin kullanım sıklığının da az olmasını anlaşılır kılmaktadır. Çünkü bu iki bileşenin kullanımı birbiri ile pozitif ilişkilidir.

Argüman bileşenlerinin kullanımına yönelik değerlendirme yapıldığında en az çürütücülerin kullanıldığı tespit edilmiştir. Argümantasyon bileşenlerinden çürütücü kullanım sıklığının düşük olduğu başka çalışmalarda da ortaya konulmuştur. Örneğin Osborne ve arkadaşları (2004) yaptıkları araştırmada öğrenciler arasında küçük bir azınlığın iddiaya karşı karşıt iddia ve çürütücü ifadeler kullanabildiklerinden bahsetmişlerdir. Benzer şekilde Öğreten (2014) ilkökul öğrencileri ile yaptığı çalışmada öğrencilerin diğer bileşenler kadar çürütücü kullanmadıklarını, hatta öğrencilerin diğer bileşenleri kullanmakta zamanla kendilerini geliştirirken çürütücü kullanmakta gelişme sağlayamadıklarını belirtmiştir. Araştırmada çürütücü kullanımı kaynaklı olarak argüman seviyesinde 3. Seviye üstüne çıkılamaması bu araştırmanın da en az kullanılan bileşenin çürütücü olması ve 3. Seviye üstünde argüman yapısı kurulamaması yönünden benzerlik göstermektedir.

Çürütücünün az kullanılmasını üst düzey düşünce ve ifadeler gerektiren alt bileşenler grubunda yer almasıyla açıklamak mümkün olsa da araştırmada bu durumu oluşturan farklı sebepler tespit edilmiştir. Çürütücünün az kullanılması öğrencilerin ortaya atılan iddiaları genellikle kabul ettiği anlamına gelmemektedir. Bazı durumlarda öğrencilerin iddiayı benimsemedikleri



görülmüş ancak çürütücü kullanarak kendilerini ifade edemedikleri gözlenmiştir. Kardeş (2013) kendine güvenen, bilgi sahibi, konu ile ilgili deneyimi olan kişilerin daha iyi problem çözücü olduklarını belirtmiştir. Öğrencinin akademik bilgisinin yetersizliği ya da bilişsel gelişimi nedeniyle tasarımla ilgili ortaya çıkacak görüntünün öngörülememesi, tasarımda istenen obje ya da nesnenin öğrenci tarafından tanınmaması gibi nedenler öğrencilerin çürütücü kullanmasını engelleyen ya da tereddüte düşüren etkenler olarak değerlendirilebilir. Aynı şekilde öğrencilerin günlük hayattan tanıdıkları bir durumu tasarıma aktarırken düşüncelerini daha cüretkâr bir şekilde savundukları veya karşıt iddiaları çürütme çabasına girdikleri gözlenmiştir. Diğer öğrencilerin bu fikirlere yönelik gerçek hayat deneyimlerinin olmayışı da çürütücü kullanımını sınırlandırmıştır.

Mühendislik tabanlı STEM uygulamaları aşamalı bir yapıya sahiptir ve öğrenci fikirlerine göre bu aşamalar sonucunda bir mühendislik ürünü ortaya çıkar. Öğrencilerin uygulamanın problemin incelenmesi, planlama ve düşünce üretme aşamalarında argüman bileşenlerinden özellikle ana bileşenleri sıkça kullandıkları gözlenmiştir. Çünkü bu aşamalar öğrencilerin problemi tanıyarak çözüm getirecek fikri arayış ve beyin fırtınası yaparak karar alma süreçlerini içerir. Henüz tasarıma yönelik atılan adımların sözel olarak ifade edildiği aşamalarda ortada bir prototip ya da uygulamanın olmaması öğrencilerin serbest ve yüzeysel bir şekilde düşünce üretmelerine yani argüman bileşenlerini kullanmalarına imkân vermektedir. Tasarlama ve prototip oluşturma aşaması ve sonraki aşamalarda ise öğrencilerin önceki aşamada ortaya attıkları iddiaların birçoğunun işe yaramayacağı görülmesi, tasarımı hayata geçirmenin o kadar da kolay olmayacağına anlaşılması üzerine öğrencilerin bir sorgulama yaptıkları ve daha temkinli bileşen yapıları kurdukları gözlenmiştir. İddiaların prototipe yansıtılmaması ilerleyen aşamalarda alt bileşenlerin kullanımını gerekli kılmış gelen eleştiri, karşıt iddia ve çürütücü bileşenler aynı şekilde gerekçe, destekleyici ve çürütücülerin kullanılmasını beraberinde getirmiştir. Bu yönüyle değerlendirildiğinde Mühendislik tabanlı STEM uygulama aşamalarının öğrencilerin argümantasyon kullanımlarını etkilediği gözlenmiştir.

Argümantasyon sürecini ve bileşenlerin kullanımını etkileyen bir diğer etkenin sınıf iklimi olduğu söylenebilir. Öğrencilerin zaman zaman karşıt iddiayı kabul etmediği halde kendi iddialarını savunmadıkları gözlenmiştir. Bu durumda öğrencinin arkadaşının iddiasını benimsememesine rağmen ona karşı bir karşıt iddia ya da çürütücü bileşen kullanmadığı görülmüştür. Burada iddia sahibinin sınıf içerisindeki popüleritesi, özgüveni ve özsaygısı, akademik başarısı, öğretmeni ve arkadaşlarının kabul görmüşlüğüne de etkili olduğu gözlenmiştir. Tasarım için daha yararlı-kullanışlı bir iddia olsa da iddianın sahibi öğrenci sınıf içerisinde diğer iddia sahibine göre kabul gören bir öğrenci değilse grup ya da diğer öğrenciler bu fikri desteklememekte, dolayısıyla öğrenci öğrenilmiş çaresizlik içerisinde iddiasını destekleyici ve çürütücülerle güçlendirmemektedir. Bu durum öğrencilerin bazen iddiadan çok iddiayı ortaya atan kişiye yönelik tutumlarından dolayı eleştiri, karşıt iddia üretme, çürütücü ifadeler kullanma eylemlerini azaltmaktadır. Alt bileşenlerin daha az kullanılmasının bir sebebi de öğrencilerin birbiri arasındaki bu hiyerarşik düzen olduğu söylenebilir.



Araştırmada ortaya konulan argümanların çoğu birinci seviye argümandır. Birinci seviye argümanlar basit bir iddiaya karşı öne sürülen zayıf bir iddiadan oluşan argümanlar olarak tanımlanmıştır. Öğrenciler etkinliklerde arkadaşlarının iddialarına karşılık zayıf argümanlarla yanıt vermişler ve diğer bileşenlerle argümanlarını güçlendirememişlerdir. Modele göre iddiaya karşı bir iddiayla birlikte veri, gerekçe ve destekleyici bileşenler içeren ancak çürütücü içermeyen argümanlar ikinci seviye olarak sınıflandırılmıştır. Bu seviyede oluşturulan argümanlar seviye bire yakın frekanstadır ve ilerleyen haftalarda öğrencilerin ikinci seviye argüman oluşturma frekanslarında artış gözlenmiştir. Öğreten ve Uluçınar Sağır (2014) dördüncü sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmalarında öğrencilerin genelinin birinci ve ikinci seviye düzeyinde argüman ürettiklerini belirtmişlerdir. Araştırmada ortaya konulan argümanların birinci ve ikinci seviye düzeyinde yoğunlaştığı değerlendirildiğinde araştırma sonuçları bu araştırma ile benzerlik göstermektedir. Az sayıda öğrenci seviye üç düzeyinde argüman oluşturabilmiştir. Üçüncü seviye argüman ana bileşenlerin yanında alt bileşenlerin de kullanıldığı, karşılıklı birden fazla konuşmayı içeren diyaloglarda zayıf çürütmelerle oluşturulan iddia ve karşıt iddialardan oluşturulan argümanlardır. İkinci seviyedeki oranda olmasa da bu düzeydeki argümanlarında etkinlikler ilerledikçe arttığı gözlenmiştir. Çak (2020) son etkinliklerde öğrencilerin argüman kalitelerinin arttığını belirtmiştir. Etkinliklerde ilerleyen süreçte argüman kalitesinin artması öğrencilerin argümantasyon yapısını kavramaları, deneyim sahibi olmaları ve sürece uyum sağlamakla da ilgili olduğu söylenebilir. Akbayrak (2019) ilerleyen haftalarda daha üst seviyede argümanların ortaya çıkmasını ilk oturumlarda yaşanan sürece uyum sağlama sorunlarının azalmasına bağlamaktadır. Işıker ve Emre (2021) beş hafta ile sınırladıkları argümantasyon temelli öğretim sürecinin uzaması halinde öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin olumlu etkileneceğine değinmişlerdir. Benzer şekilde Öğreten ve Uluçınar Sağır (2014) on iki haftalık etkinlik sürecinde öğrenci argümanlarının dördüncü düzeye çıkarılabileceğini belirtmişlerdir. Bu bağlamda öğrencilerin argümantasyon odaklı etkinliklerle geçirdikleri süre arttıkça argümantasyon becerilerinin geliştiği söylenebilir (Öğreten ve Uluçınar-Sağır, 2014; Gülen ve Yaman, 2018; Kara, Yılmaz ve Kınır, 2020).

Tüm bu çalışmalarda etkinliklerle geçirilen süre arttıkça öğrencilerin argüman seviyelerinde gelişme olacağı yorumu yapılırsa da bu araştırmada üçüncü seviye için çok az sayıda argüman oluşturulduğu ve ilerleyen süreçte argüman sayısında artış olmadığı görülmüştür. Çürütücü bileşen kullanılması gereken bu seviyede öğrencilerin çürütücü barındıran argüman kurmakta zorlandıkları gözlenmiştir. Araştırmada çok az sayıda seviye dört düzeyinde argüman kurulmuştur. Açıkça tanımlanan bir çürütmeden oluşan bir iddia ya da birkaç iddia ve karşıt iddianın bir araya gelmesiyle oluşan dördüncü seviye argüman yapısı çalışma süresince yalnızca iki defa kurulabilmiştir. Argüman bileşenlerinin kullanım sıklığı ile ilgili bulgular hatırlanacak olursa çürütücünün az kullanılması bu seviyede nitelikli argüman sayısının az olmasını anlaşılır kılmaktadır. Bu seviye ve üstündeki argüman yapıları ortaya koymanın ilkökul öğrencileri için zorlayıcı olduğu söylenebilir. Şahin (2014) dördüncü ve beşinci sınıfların argüman yapılarını araştırdığı çalışmasında öğrencilerin en yüksek dördüncü seviye argüman oluşturabildiklerini ifade etmiştir. Yal-



çinkaya (2018) altıncı sınıf düzeyinde öğrencilerle yürüttüğü çalışmasında öğrencilerin 2.seviye üzerinde argüman oluşturmamadıklarını belirtmiştir. Benzer şekilde Uluçınar Sağır, Soylu ve Bolat (2021), ortaokul 7. Sınıf, Türk (2023) ise 6. sınıf öğrencileri ile öğrencilerin argümantasyon seviyelerini inceledikleri çalışmalarında öğrencilerin 4. seviyede argüman oluşturmamadıklarına değinmişlerdir. Araştırmada ulaşılan bu sonuçlar ışığında aşağıdaki öneriler getirilmiştir:

- Araştırmada öğrencilerin argüman bileşenlerini kullanma sıklıkları incelenmiş argüman bileşenlerinin kullanımını etkileyen farklı etkenler olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda argüman bileşenlerinin kullanımını etkileyen faktörlerin (yaş-sınıf-bilişsel gelişim, liderlik, kabul görme vb.) ve etkilerinin incelenmesi çalışılabilir.
- Bu çalışmada olduğu gibi alan yazında yapılan araştırmalarda da tespit edilen argüman seviyesi ve çalışma grubunun yaş-egitim düzeyi dikkate alınarak argüman kalitesini geliştirmeye yönelik çalışmalar yapılabilir.

Kaynakça

- Akarsu, M., Akçay, N. O. ve Elmas, R. (2020). STEM eğitimi yaklaşımının özellikleri ve değerlendirilmesi, *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37, 155-175.
- Akbayrak, K. (2019). Özel yetenekli ilkokul 4. sınıf öğrencilerine yaratıcı drama yöntemiyle girişimcilik becerisi kazandırılması üzerine bir eylem araştırması (Yayınlanmamış yüksek Lisans tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Rize
- Aktamış, H. (2017). Örnek etkinliklerle fen eğitiminde argümantasyon (1. Basım). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Anagün, Ş. ve Kardaş, N. (2016). Argümantasyon odaklı öğretim. İçinde Ş. Anagün, ve N. Duban (Ed.), Fen bilimleri öğretimi (s. 195-220). Ankara. Anı Yayıncılık
- Aydın Güç, F. ve Kuleyin, H. (2021). Argümantasyon kalitesinin matematiksel modelleme sürecine yansması. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34 (1), 222-262 .
- Azgın, A. O. ve Şenler, B. (2019). İlkokulda STEM: Öğrencilerin kariyer ilgileri ve tutumları. *Journal of Computer and Education Research*, 7(13), 213-232.
- Bağcı Kılıç, G., Haymana, F. ve Bozyılmaz, B. (2008). İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programı'nın bilim okuryazarlığı ve bilimsel süreç becerileri açısından analizi. *Eğitim ve Bilim*, 33(150)
- Balcı, E. ve Benzer, S. (2020). Lisansüstü öğrencilerin argümantasyon konusundaki görüşleri. *Online Science Education Journal*, 5(1), 9-20.
- Balçın, M. D., Çavuş, R. ve Topaloğlu, M. Y. (2018). Ortaokul öğrencilerinin FeTeMM'e yönelik tutumlarının ve FeTeMM mesleklerine yönelik ilgilerinin incelenmesi. *Asian Journal of Instruction (E-AJI)*, 6(2), 40-62.
- Bayraklı, S. (2019). *Fen eğitimi alanında 2008-2018 yılları arasında deneysel araştırma ile yapılmış yüksek lisans tezlerinin içerik analizi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bozkurt Altan, E. ve Ercan, S. (2016). STEM Education program for science teachers: perceptions and competencies. *Journal of Turkish Science Education*, 13(Special issue), 103- 117.
- Bozkurt Altan, E., Üçüncüoğlu, İ. ve Zileli, E. (2019). Yatılı bölge ortaokulu öğrencilerinin stem alanlarına yönelik



kariyer farkındalığının araştırılması. *Kastamonu Education Journal*, 27(2), 785-797

- Bozkurt, O. ve Doğru, S. (2021). Argümantasyon temelli sınıf içi etkinliklerin ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, mantıksal düşünme becerilerine ve tartışmaya istekliliklerine olan etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* (58), 624-644.
- Breiner, J. M. ve diğ. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R. W., ve Fuchs B. (2006). Preparing the 21st century workforce: A new reform in science and technology education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 349-352.
- Celep Havuz, A. ve Karamustafaoğlu, S. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme algularının incelenmesi, *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 233-247.
- Çakıcı, Y. (2010). Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşım ve öğrencilerin kavram yanlışları, *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(1), 89-115.
- Çalışkan, T. (2020). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının öğrencilerin fen öğrenme anlayışlarına, fen öğrenme yaklaşımlarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağrı.
- Çavaş, B., Çavaş, P. (2016). Fen bilimlerinde öğrenme öğretme süreci. İçinde Ş. Anagün ve N. Duban (Ed.), *Fen Bilimleri Öğretimi* (s. 167-194), Anı Yayıncılık, Gözden Geçirilmiş 2. Baskı, Ankara
- Çavaş, P. vd. (2020). Türkiye’de STEM eğitimi üzerine yapılan araştırmaların durumu üzerine bir çalışma. *Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 823-854.
- Çetin, P. S., Erduran, S. ve Kaya, E. (2010). Understanding the nature of chemistry and argumentation: The case of pre-service chemistry teachers. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(4), 41-59.
- Çınar, S., Pırasa, N. ve Sadoğlu, G. P. (2016). Views of science and mathematics pre-service teachers regarding STEM. *Universal Journal of Educational Research*, 4(6), 1479-1487.
- Çorbacı, N. ve Yakışan, M. (2018). Fen bilimleri dersi duyu organları konusu ile ilgili 7. sınıf öğrencilerinin geliştirdikleri argümanların analizi. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 37(1), 249-263.
- Çorlu, M.A. ve Aydın, E. (2016). Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 20-29.
- Duban, N. (2014). Sorgulamaya dayalı öğrenme. İçinde Ş. Anagün, ve N. Duban (Ed.), *Fen Bilimleri öğretimi* (s. 221-240). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Duschl, D. A. & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education, *Studies in Science Education*, 38, 39-47.
- Elo, S. ve Kyngas, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of advanced nursing*, 62, 107-115.
- English, L. D. & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: Fourth-grade students’ investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(14), 1-18.



- Erduran, S., Simon, S. & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.
- Eroğlu, M. (2023). Çocukluk döneminde bilişsel gelişim: Piaget ve Vygotsky'nin bilişsel gelişim kuramlarının incelenmesi ve karşılaştırılması. *International Journal of Education and New Approaches*, 6(1), 69- 77.
- Evren Yapıcıoğlu, A. (2016). Fen bilimleri öğretmen adaylarının sosyobilimsel durum temelli öğretim yaklaşımı uygulamalarına yönelik görüşleri ve çalışmalarına yansımaları. *Hacettepe Journal of Educational Research*, 2(2).
- Evren Yapıcıoğlu, A. ve Kaptan, F. (2018). Sosyobilimsel durum temelli öğretim yaklaşımının argümantasyon becerilerinin gelişimine katkısı: bir karma yöntem araştırması. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 37(1), 39-61.
- Gbrich, C. (2013). *Qualitative data analysis: An introduction* (2nd ed). London: Sage.
- Glesne, C. (2013). *Nitel araştırmaya giriş* (A. Ersoy ve P. Yalçınoğlu, Çev.). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Gonzalez, H. B. & Kuenzi, J. J. (2012). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. Congressional Research Service, Library of Congress.
- Guzey, S. S. (2017). The impact of design-based stem integration curricula on student achievement in engineering, science, and mathematics. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 207-222.
- 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.
- Gülen, S. ve Yaman, S. (2018). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeTeMM tabanlı ATBÖ yaklaşımı etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *OPUS International Journal of Society Researches*, 8(15), 1293-1322.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2018). Fen bilimleri dersine STEM entegrasyonu etkinliklerinin 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. *Sakarya University Journal of Education*, 8(4), 40-59.
- Hafızoğlu, A. ve Bahar, M. (2020). Türkiye'de 2009-2019 yılları arasında yayımlanan ilkökul ve ortaokul düzeyinde fen eğitiminde argümantasyon konulu lisansüstü tezlerin değerlendirilmesi, *Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 155-175.
- Herdem, K. ve Ünal, İ. (2018). STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizi: bir meta-sentez çalışması. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 48(48)
- Hsieh, H. F. & Shannon, S. E. (2005). Three Approaches to Qualitative Content Analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288.
- Işıker, Y. ve Emre, İ. (2021). The impact of argumentation-based instruction on academic achievements and scientific process skills of primary school students and their attitudes towards the science course. *International Journal of Scholars in Education*, 4(1), 1-14.
- İnam, A. ve Güven, S. (2019). Argümantasyon yönteminin kullanıldığı deneysel çalışmaların analizi: bir meta-sentez çalışması. *The Journal of International Lingual Social and Educational Sciences*, 5(1), 155-173.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (2001). İlköğretimde Fen Bilgisi Öğretimi. İlköğretimde Etkili Öğretme ve Öğrenme Öğretmen El Kitabı, Ankara: MEB.



- Kara, S., Yılmaz, S., ve Kınır, S. (2020). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının ilkökul öğrencilerinin akademik başarılarına ve argümantasyon kalite düzeylerine etkisi. *Kastamonu Education Journal*, 28(3), 1253-1267. doi: 10.24106/kefdergi.3785
- Karahan, E. ve Ünal, A. (2019). Gifted students designing eco-friendly stem projects. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 7(4), 1553-1570.
- Karahan, E., Canbazoglu Bilici, S. ve Ünal, A. (2015). Integration of media design processes in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. *Eurasian Journal Of Educational Research*, 15(60), 221-240.
- Karakaya, F., Yantırı, H., Yılmaz, G. ve Yılmaz, M. (2019). İlkokul öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkında görüşlerinin belirlenmesi: 4. sınıf örneği. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(13), 1-14.
- Karakuş, M. ve Yalçın, O. (2016). Fen eğitiminde argümantasyon temelli öğrenmenin akademik başarıya ve bilimsel süreç becerilerine etkisi: bir meta-analiz çalışması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16 (4) , 1-20
- Kardaş, N. (2013). *Fen eğitiminde argümantasyon odaklı öğretimin öğrencilerin karar verme ve problem çözme becerilerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Keçeci, G., Kırılmazkaya, G. ve Kırbağ-Zengin, F. (2011). İlköğretim öğrencilerinin nükleer enerji sosyo-bilimsel konusunu online argümantasyon yöntemi ile öğrenmesi. *Education Sciences*, 7(2), 647-654.
- Köseoğlu, F., Tümay, H. ve Üstün, U. (2010). Bilimin doğası öğretimi mesleki gelişim paketinin geliştirilmesi ve öğretmen adaylarına uygulanması ile ilgili tartışmalar. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(4).
- Kutluca, A. Y. (2012). *Fen ve Teknoloji öğretmen adaylarının klonlamaya ilişkin bilimsel ve sosyobilimsel argümantasyon kalitelerinin alan bilgisi yönünden incelenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek lisans Tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Kutluca, A. Y., Çetin, P. S. ve Doğan, N. (2014). Bilimsel argümantasyon kalitesine alan bilgisinin etkisi: Klonlama bağlamı. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 8(1) , 1-30
- Küçük Demir, B. ve İşleyen, T. (2019). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının öğrencilerin matematik başarılarına etkisi. *Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 1084-1109.
- Korkut Owen, F. ve Eraslan Çapan, B. (2018). Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanları: Seçmek ya da seçmemek. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 8(1), 1-32.
- Köseoğlu, F. ve Kavak, N. (2001). Fen öğretiminde yapılandırıcı yaklaşım. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 139-148.
- Kutluca, A. Y., Çetin, P. S. ve Akbaş, M. (2020). Examination of the evidences used by the secondary school students in the process of socio-scientific argumentation: example of global climate change. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 9(1), 36-48.
- Lacey, T. A., ve Wright, B. (2009). Occupational employment projections to 2018. *Monthly Labor Review*, 132(11), 82-123.
- Laçın Şimşek, C. (2019). *Çocukların temel fen kavramları ile ilgili düşünceleri* (1. Basım). Ankara: Pegem Akademi.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation* (1st ed.). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2017, 4 Nisan). Fen bilimleri öğretim programı. Erişim Adresi: <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=143>.
- National Research Council (1996, 13 June). *National science education standards*. Retrieved from: <https://resources.final->



site.net/images/v16105_68465/k12albemarleorg/i1prnwcr4kpfinkvpswia/4962.pdf.

- National Research Council (2012). *A framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- Okulu, H. Z. (2019). *STEM eğitimi kapsamında astronomi etkinliklerinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Okumuş, S. (2020). Argümantasyon destekli işbirlikli öğrenme modelinin akademik başarıya, eleştirel düşünme eğilimine ve sosyobilimsel konulara yönelik tutuma etkisi. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 39(2), 269-293. <https://doi.org/10.7822/omuefd.570419>
- Osborne, J. F., Erduran, S. & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 994-1020.
- Öğreten, B. (2014). *Argümantasyona dayalı öğretim sürecinin akademik başarı ve tartışma seviyelerine etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Amasya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Amasya.
- Öğreten, B. ve Uluçınar Sağır, Ş. (2014). Argümantasyona dayalı fen öğretiminin etkililiğinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 11(1), 76-100.
- Öner, G. ve Özdemir Yılmaz, Y. (2019). Ortaokul öğrencilerinin problem çözme ve sorgulayıcı öğrenme becerileri algıları ile STEM'e yönelik algı ve tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 8(3), 837-861.
- Özden, M. (2016). *Bilim okuryazarlığı için bir çerçeve: fen teknoloji toplum çevre ve sosyobilimsel konular*, İçinde Anagün, Ş. S. ve Duban, N. (Ed.) *Fen bilimleri öğretimi*, Anı Yayıncılık, Gözden Geçirilmiş 2. Baskı, Ankara
- Özden, M. (2024). Content and thematic analysis techniques in qualitative research: purpose, process and features. *Qualitative Inquiry in Education: Theory & Practice*, 2(1), 64 - 81. 10.59455/qietp.20
- Özden, M. ve Cavlazoğlu, B. (2015). İlköğretim fen dersi öğretim programlarında bilimin doğası: 2005 ve 2013 programlarının incelenmesi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 40-65. <https://doi.org/10.14689/is-sn.2148-2624.1.3c2s3m>
- Özdeş, S. ve Aslan, O. (2019). Kız öğrencilerin bilim insanı cinsiyetine yönelik algılarını ve bilim insanı olma isteklerini etkileyen faktörler. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 38(1), 190-214. <https://doi.org/10.7822/omuefd.501944>
- Özkul, H. (2021). İlkokul öğrencilerinin fen kariyer bilinçlerinin ve bilimsel süreç becerilerinin bütünleştirilmiş stem eğitimi yoluyla geliştirilmesi: Bir eylem araştırması (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kütahya.
- Özkul, H. ve Özden, M. (2020). Mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve STEM meslek ilgilerine etkisinin incelenmesi: Bir karma yöntem araştırması. *Eğitim ve Bilim*, 45(204), 41-63.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.



- Sanders, M. R. (2012). Development, evaluation, and multinational dissemination of the triple p-positive parenting program. *Annual Review of Clinical Psychology*, 8, 345-379.
- Sağır, Ş. U. ve Kılıç, Z. (2013). İlköğretim öğrencilerinin bilimin doğasını anlama düzeylerine bilimsel tartışma odaklı öğretimin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44 (44) , 308-318.
- Şahin, D. (2014). *Dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin argüman yapıları* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şahin, H. (2014). Yapılandırmacı yaklaşım modelinin fen öğretimine yansımaları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 151- 170.
- Şimşek, F. (2019). FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin fen tutum, ilgi, bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi ve öğrenci görüşleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 10(3), 654-679.
- Tekin Poyraz, G. (2018). *STEM eğitimi uygulamasında kayseri ili örneğinin incelenmesi ve uzaktan STEM eğitiminin uygulanabilirliği* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Topsakal, İ. (2018). *Probleme dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin öğrenme iklimlerine, eleştirel düşünme eğilimlerine ve problem çözüme becerilerine yönelik algılarına etkisinin araştırılması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan.
- Toulmin, S. (2003). *Uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Türk, F. (2023). *Fen eğitiminde argümantasyona dayalı rehber materyal geliştirilmesi ve öğrencilerin argüman seviyelerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Rize
- Uc, F. B. ve Benzer, E. (2021). Yazma etkinlikleriyle yürütülen argümantasyon uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin yaratıcı yazmalarına ve kavram öğrenmelerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 79- 104.
- Uluay, G. ve Doğan, A. (2019). Fene yönelik işe yararlılık değeri odaklı ilgi ve performans ölçeğinin Türkçeye uyarlanması. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 8(2), 342-360
- Uluçınar Sağır, Ş., Soylu, İ. ve Bolat, A. (2021). 7. Sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesindeki argümantasyon seviyelerinin belirlenmesi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 11(1), 184- 203.
- Wang, H. H. ve diğ. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1-13.
- Yalçın Çelik A. ve Kılıç, Z. (2017). Lise öğrencilerinin bireysel ve grup argümanlarının kalitesinin karşılaştırılması. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(5), 1865-1880.
- Yalçınkaya, I. (2018). *Altıncı sınıf seviyesinde argümantasyon odaklı etkinliklerle dolaşım sistemi konusunun öğretiminin akademik başarıya, kavramsal anlamaya ve argümantasyon seviyelerine etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Yıldırım, B. (2016) *7.Sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri



Enstitüsü, Ankara.

Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2018). Ortaokul öğrencilerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(STEMES'18), 47-54.

Yıldırım, B. ve Türk, C. (2018). Sınıf öğretmeni adaylarının stem eğitimine yönelik görüşleri: uygulamalı bir çalışma. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 195-213.

