

Teknoloji Destekli Argümantasyon Tabanlı Fen Öğrenme Yaklaşımı

Halil İbrahim Yıldırım¹

Özet

Fen öğretiminin doğası gereği fen bilimleri dersi konularının yaparak yaşayarak araştırarak sorgulayarak öğrenilmesi gerekir. Fen öğretimi sürecinde öğrencilerin bir bilim insanı gibi çalışarak, bir bilim insanının gerçek yaşamda karşılaştıkları problemleri çözerken kullandıkları bilimsel yöntemi uygulayarak bilgiyi üretmeleri beklenmektedir. Bir başka deyişle öğrenciler fen bilimlerindeki konu ve kavramlara, bir bilim insanının bilgiyi üretme sürecini kullanarak yaparak-yaşayarak araştırma sorgulama yoluyla ulaşmaları gerekir. Bu durum fen öğretimi sürecinde öğrencilerin bir bilim insanının gerçek yaşamda karşılaştığı problemleri çözerken ve bilgiyi üretirken kullandığı süreci deneyimlemesini sağlayabilecek öğretim ortamlarının oluşturulması gereğini doğurmaktadır. Argümantasyon süreci de bilimsel yöntemin kullanıldığı, yaparak yaşayarak araştırma ve sorgulama yoluyla öğrenmeyi temel almaktadır. Argümantasyon, gücünü bilimin ve bilimsel araştırma-sorgulamanın doğasından almaktadır. Bu durum dikkate alındığında argümantasyon tabanlı fen öğrenme yaklaşımının fen öğretiminin doğasına uygun olduğu ve bilim insanlarının bilgiyi üretirken kullandıkları süreci deneyimlemelerini sağlayabilecek öğrenme ortamları oluşturabileceği söylenebilir.

Argümantasyon tabanlı fen öğrenme yaklaşımının odağında argümantasyon süreci yer almaktadır. Argümantasyon öğrenciler tarafından ortaya konulan bilimsel iddiaların deneysel veya kuramsal kanıtlarla desteklenmesini ve değerlendirilmesini temel alan bilimsel tartışma ve sosyal yönden etkileşim-iletişimin gerçekleştiği bir süreç şeklinde tanımlanabilir. Argümantasyon günlük yaşamdaki tartışmadan farklı olarak kazananın-kaybedenin olduğu, karşılıklı münakaşayı temel alan rekabet içeren bir öğrenme ortamı değildir. Aksine araştırma sorgulama yoluyla verilerin elde edildiği, bilimsel iddiaların deneysel-kuramsal deliller üretilerek desteklenmeye ve karşı argümanların

1 Doç. Dr., Gazi Üniversitesi, halily@gazi.edu.tr, 0000-0002-8836-8349

çürütülmeye çalışıldığı, destekleyici-gerekçelerin ortaya konulduğu, bilimsel tartışmanın gerçekleştiği ve bilginin üretildiği sosyal bir etkileşim sürecidir. Aynı zamanda öğrenciler bu süreçte argümanlarını yazılı hale getirirler. Argümanların yazılı olarak ifade edilmesi öğrenciler tarafından argümantasyon sürecinin sıkıcı olarak görülmesine neden olmaktadır. Argümantasyon sürecinin sıkıcılıktan kurtarılıp ilgi çekici ve motive edici hale getirilebilmesi için argümantasyon sürecinde teknolojiye dayanarak faydalanılabilir. Çünkü öğretimde kullanılan teknolojik uygulamalar içerdiği görsel, işitsel, sözel ve etkileşimli unsurlar sayesinde öğrencilerin ilgisini çekmekte ve öğrenmeye motive etmektedir. Bu bağlamda argümantasyon tabanlı fen öğrenme yaklaşımı teknolojik bir uygulamayla dijital bir ortama taşınarak teknoloji destekli argümantasyon tabanlı öğrenme yaklaşımı şeklinde uygulanabilir. Böylece argümantasyon süreci sıkıcılıktan kurtarılıp ilgi çekici ve motive edici hale getirilebilir. Bu sayede fen öğretiminin doğasına uygun etkili bir fen öğretimi süreci gerçekleştirilebilir.

1. Giriş

Günümüzde bireylerin bilgiyi aynen kabul etmeleri yerine, bilgiyi sorgulayıcı-eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirme yoluyla sağlıklı kararlar verebilmesi daha önemlidir. Bireyler karar verme sürecinde açık fikirli-kuşkucu-sorgulayıcı bir tutum içinde alternatif açıklamalar hakkında düşünerek, argümanları ve gerekçeleri eleştirel değerlendirerek bilinçli kararlar geliştirebilmelidir. Eğitim programlarında bireylere kazandırılması amaçlanan bu özellikler argümantasyon ile yakından ilişkilidir. Belirtilen bu nitelikler argümantasyon tabanlı öğretim ile öğrencilere kazandırılabilir (Tümay & Köseoğlu, 2011). Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2005a, 2005b), MEB (2013), MEB (2018) ve MEB (2024) fen bilimleri dersi öğretim programlarında öğrencilerin yaparak yaşayarak araştırarak sorgulayarak öğrenmeleri temel alınmaktadır. 2005, 2013 ve 2018 öğretim programlarında araştırma-sorgulama sürecinin yalnızca deney yapma anlamına gelmediği ve öğretimde argümanların da üretilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Fen bilimleri dersi öğretiminin doğası gereği fen bilimleri dersi konularının yaparak yaşayarak araştırarak sorgulayarak öğrenilmesi gerekir. Argümantasyon süreci de bilimsel yöntemin kullanıldığı, yaparak yaşayarak araştırma ve sorgulama yoluyla öğrenmeyi temel almaktadır. Bu durum dikkate alındığında argümantasyonun fen öğretiminin doğasına uygun olduğu ve fen öğretimi hedeflerine ulaşılmasına katkı sağlayabileceği söylenebilir.

1.1. Argümantasyon Nedir?

Argümantasyon bireyler tarafından ileri sürülen bilimsel iddiaların deneysel-teoriksel kanıtlar ile desteklenmesi ve değerlendirilmesinin yapıldığı bilimsel tartışmanın ve sosyal etkileşimin gerçekleştiği bir süreç olarak açıklanabilir (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2008). Argümantasyon bir argümanın temel yapı taşı olan iddianın, verinin, gerekçenin ve destekleyicinin anlamlı bir şekilde birbirine bağlandığı bir süreçtir (Simon, Erduran & Osborne, 2006). Argümantasyon sürecinde bilimsel içeriğe sahip konularda öğrencilerin argümanlar geliştirmeleri, argümanları ve gerekçeleri sorgulayabilmeleri, farklı perspektiflerle geliştirilen argümanları değerlendirebilmeleri ve bilimsel anlam bağlamında niteliğe sahip açıklamalara ulaşılması beklenmektedir (Driver, Newton & Osborne, 2000).

Argümantasyonda kazananların ve kaybedenlerin bulunduğu ya da karşılıklı bir şekilde yararın ve uzlaşmanın olduğu bir süreç söz konusu değildir. Bu durumun tam aksine argümantasyon öğrencilerin geliştirdikleri argümanların ve kanıtların arasındaki ilişkilerin ayrıntılı biçimde irdelenmesinin temel alındığı mantığa dayalı söylem şeklinde gerçekleşmesi gerekir (Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007). Ayrıca argümantasyon sürecinde öğrenciler yalnızca bilimsel olarak kabul edilen tek bir düşünciyi değil, kavram yanlışlığına sahip olabilecekleri ya da neredeyse aynı düzeyde geçerli görünen diğer bilimsel düşünceleri de değerlendirme fırsatı bulurlar (Tümay, 2008).

Literatürde argümantasyon terimiyle argüman teriminin birbirleriyle karıştırıldığı ve her iki terimin de hem ürün hem de süreci içerdiği şeklinde bir algı söz konusudur. Bireylerin ileri sürdükleri iddiaların desteklenebilmesi amacıyla argümanlar ortaya konulur. Argüman terimi, ürünle birlikte süreçle de ilgilenir ve iddianın nedenlerle de desteklenildiği bir sonuç olarak ifade edilebilir (Sampson & Clark, 2008). Argüman kelimesi Fransızca kökenli bir kelime olup “iddia-tez-sav” anlamına gelmektedir (Türk Dil Kurumu Sözlükleri, 2025). Argümantasyon ise bireyler tarafından ortaya konulan karşıt iddialara yönelik yapılan bilimsel bir tartışma esnasında gerçekleşen diyalog sürecidir (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007). İddiaların deneysel-teoriksel kanıtlar ile desteklenmesi ve değerlendirilmesinin yapıldığı bilimsel tartışmanın ve sosyal etkileşimin gerçekleştiği bir süreçtir. Argümantatif tartışma olarak da ifade edilen argümantasyon bu özellikleriyle ürün olarak ortaya çıkan argümandan ayrılır.

Argüman ve argümantasyon arasındaki fark daha net anlaşılması amacıyla şu şekilde açıklanabilir. Argüman, hem yapı hem de süreci içeren, bireysel olarak üretilen gerçeklerken, argümantasyon argümanların kullanılması

sayesinde bireyler tarafından üretilen gerçeklerin başka bireylerle paylaşılması, müzakere edilmesi ve diyalog kurulması sürecidir (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007; Şahin, 2014).

1.2. Argümantasyon Süreci

Argümantasyon süreci öğrencilerin aktif biçimde yer aldığı bilimsel bir pratik olarak açıklanabilir. Öğrenciler bu süreçte bir bilim insanının bilgiyi üretmede izlediği yolu deneyimleyerek, bilimsel süreç becerilerini ve bilimsel yöntemi kullanarak, bilimsel bir iddia ileri sürerler, deneysel/kuramsal deliller ortaya koyarlar, iddialarını gerekçelendirirler ve iddiaları eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirirler, müzakere ederler ve sonuç-genellemelere bir başka deyişle bilgiye ulaşırlar. Argümantasyon sürecini başlatabilmek amacıyla argümantasyon tekniklerinden bilimsel olaya, soruna ya da problem durumuna uygun olan teknik seçilmelidir. Jimenez Alexandra (2008) argümantasyon sürecinde öğrenciler tarafından yapılması gerekenleri ifade etmiştir.

1. Bir bilimsel olay, soru ya da problem durumuna ilişkin öneri, iddia, çözüm, deney tasarımı ya da materyal oluşturmaları gerekir.

2. Bir bilimsel olay, soru ya da problem durumuna ilişkin verilen iki ve ya daha fazla yarışan teorinin arasından seçimini yapmalı veya seçenekler arasında kendi alternatifini oluşturabilmelidir. Yarışan teorilerin yerine argümantasyon sürecini başlatabilmek amacıyla argümantasyon tekniklerinden bilimsel olaya, soruna ya da problem durumuna uygun olan teknik de seçilebilir.

3. İleri sürülen iddiaları ve yaptıkları seçimi destekleyebilmek amacıyla kanıtlar ortaya koymaları gerekir.

4. Güçlü argümanı zayıf argümandan ayırabilmek amacıyla kullanılacak bilgileri ve değerlendirme yapma becerisini kazanmalıdır.

5. Bilimi konuşabilme ve yazabilme özelliklerine sahip olmalıdır. Örneğin bir deneyin ya da etkinliğin tasarlanması amacıyla yöntemi ortaya koyabilme, hipotez kurabilme, hipotezi test etmeyi planlayabilme ve hipotezi test edebilme, deney raporunu hazırlayabilme ya da deney raporunu düzenleyebilme gibi özelliklere sahip olmalıdır.

6. Arkadaşlarını ikna edebilme ve ya arkadaşlarıyla ortak bir görüş oluşturabilme amacıyla çalışabilmesi gerekir (Jimenez Aleixandre, 2008).

Jimenez-Aleixandre (2008)'nın çalışmasında argümantasyon sürecinde öğretmenin rolü aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

1. Öğretim programlarında da vurgulanan öğrencilerde geliştirilmesi amaçlanan sorgulama becerisini, öğretmen önce kendisi gösterme yoluyla öğrenciye model olur ve sorgulamaya yönelik beceriyi yönlendirir. Çünkü argümantasyonun ve sorgulamanın hedeflerinin arasında ilişki bulunmaktadır. Sorgulamanın temel alındığı öğrenme süreci argümantasyonun gerçekleştirilebilmesi için uygun bir öğrenme-öğretme ortamının hazırlanmasını sağlar.

2. Öğrencilerin öne sürdüğü iddiaların gerekçelendirilmesi kanıtlar sunmalarını sağlar. Bunu gerçekleştirebilmek için öğrencinin gerekçesini oluşturmaya sağlayabilecek açık uçlu sorular yönelir, öğrenciler tarafından ortaya konulan iddialardaki sınırlılıklar-tutarsızlıklara dikkat çekerek öğrencilerin yeniden düşünmelerini sağlar.

3. Öğrencilerin geliştirdikleri argüman ve argümanların öğelerinin doğru biçimde yapılandırılmasını ve değerlendirilmesini sağlayabilmek amacıyla öğrencileri motive eder ve değerlendirmeye ilişkin bir puanlama anahtarı geliştirir.

4. Öğretmen öğretim sürecinde diyaloglarında argümantasyon sürecinin epistemik hedeflerine dikkat çeker. Bu amaçla argümantasyon sürecinin verimliliği için konuşma-dinlemenin gerekli olduğunu, argüman ve bileşenlerinin anlamlarını açıklar. Ayrıca öğretmen kendisi de argümanlar oluşturur, karşı argümanlar ortaya koyar ve argümanların değerlendirilmesini yapar.

5. Argümantasyon sürecinde öğrencilerin öz değerlendirme yapmaları amacıyla öğrencileri teşvik eder. Öğrencilere sürecin başındaki düşüncelerinde değişiklik olup olmadığına yönelik sorular yönelir. Öğrenci düşüncelerinde değişiklik varsa bu düşünce değişikliklerinin nedenlerini ve nasıl değiştiğinin sorgulamasını yapar.

1.3. Argümanların Sınıflandırılması

Argümantasyon genel olarak analitik-diyalektik-retorik olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (van Eemeren, Jackson, & Jacobs, 2011).

1.3.1. Analitik (Mantıksal) Argüman

Mantık yürütmeyi temel alan ve bir takım varsayımlardan bir sonuca ulaşılan, tümevarım ve tümdengelim akıl yürütmeye ilişkin işlem basamaklarını içerir. Analitik argümanların dayandığı nokta mantık teorileridir. Bu süreçte argümanlar, varsayımlardan sonuca tümevarım ya da tümdengelim yoluyla ulaşır.

1.3.2. Diyalektik Argüman

Tartışma sürecinde oluşan, varsayımlar ile akıl yürütmeyi kapsayan argümandır. Diyalektik argümanlar informal mantığın bir bileşenidir. Diyalektik argümantasyon görüşleri farklı olan bireylerin arasında karşılıklı diyalogun kurulduğu ve tartışmanın yapıldığı esnada olur. Olası en geçerli iddiayı belirleyebilmek için farklı bakış açılarının incelendiği argümandır. Diyalektik argümantasyon sürecinde bireyler kendi fikirlerini gerekçelendirme, karşıt fikirli bireylerin görüşlerini çürütme ve kanıtları kendi iddiaları ile ilişkilendirmeye çaba gösterir.

Bu argümanda bir iddia ileri sürülür ve iddiaya yönelik tartışma ve analiz yapılması sağlanır. Öğrencilerin daha güçlü argümanların üzerinde ortak karar almaları beklenmektedir (Ayas, Çepni & Ayvaci, 2019).

1.3.3. Retorik Argüman

Bireyleri bir iddianın geçerli ve/veya önemli olduğuna inandırabilmek amacıyla kullanılmaktadır. Dinleyicileri ikna edebilmek amacıyla söylemsel tekniklerin kullanılmasıyla gerçekleştirilir. Diğer iki argümandan farklı olarak delil düşüncesi üstündür. İddia ve gerekçelendirmelerden meydana gelir (Duschl, 2007). Bu argümanlar tek yönlüdür. Öğretmen merkezli öğretimin uygulandığı sınıflarda öğretmenler tarafından bilimsel varsayımlara yönelik yapılan açıklamalar örnek olarak verilebilir (Ayas vd., 2019). Retorik argümantasyon sürecinde dinleyenler ya da okuyanlar argümanın inşa edilmesinde doğrudan etkili değildir (Boulter & Gilbert, 1995). Ancak retorik argümantasyon sürecinde argümanı ileri süren birey okuyan ya da dinleyenle doğrudan bir iletişimin içerisinde bulunmasa da, başka bireylerin alternatif fikirleri hakkında düşünmeli ve bu fikirleri delilleri kullanarak değerlendirmelidir.

Özetle analitik argümantasyon sürecinde önermelerin üzerinde tündengelim ya da tümevarım şeklinde muhakemenin yapılması yoluyla sonuçlara ulaşılır. Diyalektik argümantasyon sürecinde bireyler kendi fikirlerinden tartışma-muhakeme yapma sayesinde yeni düşüncelere ulaşır. Farklı bakış açıları incelenir ve geçerliği en yüksek iddia belirlenir. Retorik argümantasyon sürecinde ise bir düşüncenin bireylere kabul ettirilmesi ve ya birinin ikna edilmesi durumu bulunmaktadır (Schweizer, 2002; van Eemeren vd., 1996).

1.4. Toulmin Argüman Modeli

Argümantasyon sürecinin daha etkili kullanılması amacıyla Toulmin, Roger, Giere, Schwarz, Neuman, Gil ve İlya, Zohar ve Nemet, Kelly ve

Takao, Lawson, Sandoval gibi argümantasyon modelleri araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Bu modellerden Toulmin Modeli eğitim alanında daha yaygın bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Bu nedenle argümantasyon modellerinden sadece Toulmin Modeli ile Zohar ve Nemet'in Modeline ne yer verilmiştir.

"The Uses of Argument" isimli çalışmada Toulmin tarafından argüman modelinin temeli oluşturulmuştur. Daha sonrasında ise Toulmin'in Richard Rieke ve Allan Janik ile beraber yazdıkları "An Introduction to Reasoning" adlı kitap ile argümantasyon modelini tam anlamıyla inşa etmişlerdir. 6 elementten oluşan son haline getirmişlerdir.

Toulmin argümantasyon modelinde veri-iddia-gerekçe şeklinde üç temel element, destekleyici-niteleyici-çürütücü olmak üzere üç yardımcı element yer almaktadır (Toulmin, 2003). Toulmin Argüman modelindeki öğeler aşağıda açıklanmıştır.

İddia: Bilimsel bir konuya yönelik tartışma yapmak amacıyla ileri sürülen görüşlerdir.

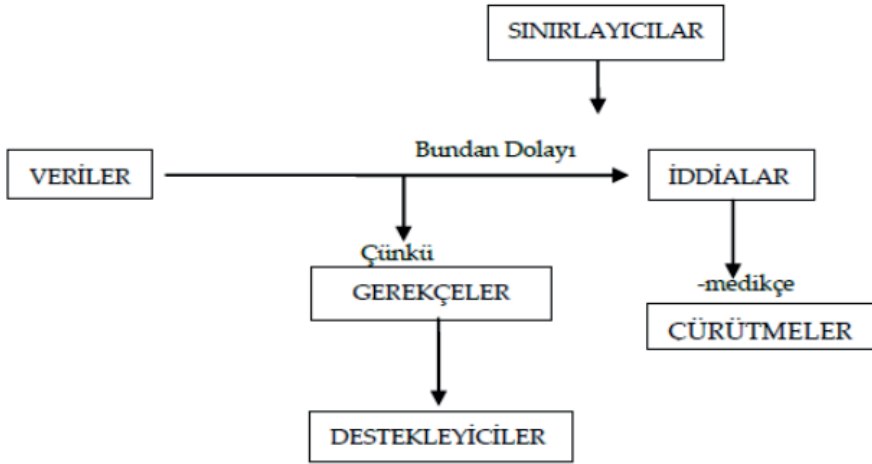
Veri: Savunulan görüşü kanıtlayabilmek amacıyla kullanılan deneysel ya da kuramsal bilgilerdir. İddiaların dayandırıldığı gerçeklere ya da iddiaların desteklenebilmesi amacıyla ortaya konulan delillere verilen addır.

Gerekçe: İleri sürülen iddialarla verilerin arasındaki ilişkiyi açıklayabilecek ifadeler ve genellemelerdir.

Destekleyici: Gerekçelerin kabul edilebilirliğini destekleme amacıyla kullanılan varsayımlardır. Verilerin ya da gerekçelerde belirtilen açıklamaların desteklenmesi veya güçlendirilmesi amacıyla üretilen açıklamalardır. Şayet gerekçeler yeterli düzeyde açık-net değilse ya da argümanı dinleyen bireyler tarafından hemen kabul görmüyorsa, gerekçelerin desteklenmesi gereklidir. Bu amaçla destekleyici olarak özel örneklerin verilmesi veya uzmanların açıklamalarının kullanılması yolu tercih edilebilir.

Niteleyici (Sınırlayıcı): İddiaların kabul edilebildiği ve geçerli olduğu durumları belirlemek ve sınırlamak amacıyla kullanılan ifadelerdir. Niteleyiciler, iddiaların güç-kesinlik-sınırlılık seviyesini, iddiaların geçerli-uygulanabilir olduğu şartları ifade eden ön varsayımlar olarak da açıklanabilir. Niteleyicilerin amacı ortaya konulan iddiaların evrensel gerçek olmadığına ve iddiaların taşıdığı belirsizliğe dikkat çeker. Niteleyici olarak genellikle-sıklıkla-kesinlikle-olasılıkla-belki-nadiren-bir yere kadar-bazı vb. sözcükler ya da -ebilir biçimindeki fiiller kullanılmaktadır.

Çürütücü (Rededici): İddiaların geçerli olmadığı koşulları ve durumları tanımlayan ifadelerdir. Gerekçe-veri-destekleyici-niteleyiciyle uyuşmayan durumları içerir. İddiaların geçerli olmadığı şartları ve durumları belirten açıklamalardır. Çürütücüler de aynı niteleyiciler gibi iddiaların evrensel geçerliğini ve uygulanabilirliğini sınırlandırmaktadır. Toulmin (2003)'ün çalışmasında belirtilen argüman modelindeki temel ve yardımcı öğelerin arasındaki ilişki aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 1. Toulmin'in Argümantasyon Modeli'ndeki Temel ve Yardımcı Öğeler Arasındaki İlişki (Toulmin, 2003)

Toulmin tarafından ortaya konulan modelde argümantasyon sürecini gerçekleştirebilmek için üç temel öğeye yer verilmesi gerekir (Toulmin, 2003). Argümantasyonun yardımcı öğeleri argümantasyon sürecinin derinleşmesine katkı sağlar (Balcı, 2015). Toulmin'in argümantasyon modeli alana bağımlı olmayıp ve farklı alanlarda kullanılabilir (Loui, 2006). Toulmin modeline yönelik yanlış anlaşılmalardan bir tanesi, argümanların her zaman altı öğeden oluşması gerektiği fikridir. Halbuki argümanların bazılarında eksik argüman öğesi bulunabilir ve ya argümanın yapısı içinde argüman öğelerinin açık bir şekilde değil örtük biçimde yer alabilir (Driver vd., 2000; Nussbaum, 2011; Toulmin, 2003).

Driver vd. (2000) Toulmin modelindeki sınırlılıkları aşağıda verildiği şekilde açıklamıştır.

1. Tartışmada yer alan bir ifade her içerikte aynı anlama sahip olmayabilir. İfadeler farklı içeriklerin içerisinde farklı anlamlar taşıyabilir. Buna göre

anlam çıkarılabilmenin yolu içeriklerin göz önüne alınması bir başka deyişle argümantasyonda içeriğe göre değerlendirmenin yapılması gereklidir.

2. Tartışmayı oluşturan kavramların daha açık ve net bir dille açıklanması gerekir.

3. Toulmin argüman modelini meydana getiren elementlerden bazıları açık ve net şekilde açıklanmamış ve dolaylı açıklamalar kullanılmış olabilir.

4. Tartışmanın yapılması sürecinde bireyler tarafından ileri sürülen fikirler yalnızca sözel becerilerle yani diyalogla iletilmeyebilir. Jest, mimik ve beden dili de kullanılabilir. Toulmin argüman modelinde duygusallık ve görsellik açılarından analiz yapmaya imkan sağlamamaktadır. Bu nedenle argümanlar beden dili yönünden değerlendirilemez.

5. Tartışma sürecindeki doğal akış Toulmin'in belirttiği modeldeki verilen sıra içinde ilerlemeyebilir. Böyle durumlarda tartışma sürecinde veri analizinin yapılmasında zorluk yaşanabilir. Bu zorluğun aşılabilmesi için içeriğin bölümlere ayrılarak değerlendirilmesi gerekir.

6. Tartışmayı sürecini etkileyebilecek faktörlerin (beden dili gibi), tartışmanın değerlendirme bölümünde ve kuramların bütünleştirilmesi aşamasında bulunması gerekir.

7. Tartışma sürecinde kullanılan ya da argümanın yapısı içinde yer alan bazı kavramlar tartışmada belirsizliğe yol açabilir. Bu durumda argümanın yapısı açık ve net bir şekilde karakterize edilemez. Bir başka ifadeyle argümanın hangi bileşeni veri-iddia-gerekçe-destekleyici olduğu net bir şekilde belirlenemez.

8. Toulmin modeli bir argümanın yapısının analiz edilebilmesine imkan sağlamasına rağmen, argümanın doğru olup olmadığına ilişkin bilgi vermemektedir.

1.5. Güçlü ve Zayıf Argüman

Toulmin'in argümantasyon modelinde temel bileşen olarak iddia-veri-gerekçe bulunmaktadır. Kompleks argümanlarda bu elementlerle birlikte destek-niteleyici-reddedici de yer almaktadır. Bu bakış açısına istinaden bir argümanın gücü yukarıda belirtilen argümanın içerdiği bileşenlerin bulunmasına ya da bulunmamasına bağlıdır. Buna göre daha güçlü argümanlar daha çok sayıda argüman bileşenlerini içermelidir (Tümay, 2008).

Argümanların gücü iddia, veri, gerekçe, destekleyici, çürütücü ve niteleyicilerden meydana gelen argümanın bileşenlerinin belirli

kombinasyonlarda bulunması ve bulunmaması ile değerlendirilmesi yapılır. Güçlü argüman birden fazla sayıda gerekçeyle desteklenmiş argümandır (Erduran, 2008; Sampson & Clark, 2008). Güçlü argüman öznel-geçerli bilimsel kavram ve gerçekleri temel alan birden fazla gerekçelere sahiptir. Zayıf argüman ise bireylerin konu-olayla ilgisi bulunmayan gerekçeleri içerir (Erduran, 2007). Bu gerekçelerin sınıflandırılması işleminde;

1. Bilimsel bilgilerin dikkate alınmaması
2. Bilimsel bilgilerin yetersiz kalması
3. Spesifik olmayan bilimsel bilginin bulunması
4. Doğru bilimsel bilginin bulunması

Kriterleri dikkate alınmaktadır (Erduran, 2008).

1.6. Argüman Düzeyinin Belirlenmesi

Argüman düzeyinin belirlenebilmesi için Erduran, Simon ve Osborne (2004) tarafından ortaya konulan Toulmin Argüman Modeli'nin elementlerini temel alan bir çerçeve yer almaktadır. Bu çerçeveye göre argüman seviyelerine ait basamaklar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Toulmin Argüman Modeli'nin Bileşenlerine Dayanarak Oluşturulan Çerçeve

Argüman Düzeyi	Açıklama
Düzye 1	Basit iddiadan meydana gelen argümanların yer aldığı düzeydir. İddia ya da karşıt iddia yer alabilir.
Düzye 2	İddiaya yönelik verinin, gerekçenin ve destekleyicinin bulunduğu ancak çürütücünün bulunmadığı düzeydir.
Düzye 3	İddia-veri-gerekçe-destekleyicilerle birlikte nadiren zayıf çürütücülerin de yer aldıkları seviyedir. İddia-karşıt iddia serilerinden meydana gelir.
Düzye 4	İddia-veri-gerekçe- destekleyicilerle birlikte net bir çürütücünün de bulunduğu düzeydir. İddia-karşıt iddia serilerinden meydana gelir.
Düzye 5	İddia-veri-gerekçe-destekleyicilerle birlikte birden fazla çürütücünün bulunduğu düzeydir. İddia-karşıt iddia serilerinden meydana gelir.

1.7. Zohar ve Nemet Argümantasyon Modeli

Toulmin argüman modelinde de bazı eksik yönler vardır. Örneğin Toulmin Modelinde argümanların işlevine ve yapısına yönelik bilgi verilmesinden daha öteye geçilememiştir. Argümanların değerlendirilmesine yönelik bir analiz yer almamıştır (Verheij, 2005). Zohar ve Nemet'in argümantasyon modeli öğrencilerin oluşturdukları yazılı argümanların kalitesini değerlendirebilmek amacıyla ortaya konulmuştur (Sampson & Clark (2008). Zohar ve Nemet

modelinde (2002) bir argüman; iddialardan, sonuçlardan, bunlara yönelik gerekçelerden ya da iddialara yönelik nedenler ve desteklerden meydana gelir. Bu sebeple güçlü argümanlar ilişkili-spesifik-doğru bilimsel kavramlar ile gerçekleri kapsayan bir sonucu destekleyebilmek amacıyla birden fazla sayıda gerekçeye sahiptir. Zayıf argümanlar ise, ilişkisiz gerekçelerden meydana gelir. Hiçbir gerekçesi bulunmayan sonuçlar argüman şeklinde ifade edilemez.

Ayrıca Zohar ve Nemet Toulmin'in Argüman modeline yönelik güvenilirlik-geçerlik sorunlarının çoğunluğunu ortadan kaldırabilmek amacıyla Toulmin'in modelindeki verinin, gerekçenin ve destekleyicinin bir kategoride birleştirilmesi yoluna gidilmiştir. Zohar ve Nemet'in modeli de argümana ilişkin bazı avantajlar sağlarken, bazı sınırlılıkları da beraberinde getirmektedir. Bu sınırlıklardan birisi, iddianın doğru olup olmadığına ilişkin modelin sunduğu analitik çerçevede değerlendirme yapılamamasıdır. Özetle Zohar ve Nemet'in modelinde ortaya konulan çerçeve, bilimsel tartışmalardan ziyade sosyo-bilimsel konulara yönelik argümantasyonlarda ortaya konulan argümanların analiz edilmesinde daha iyi çalışır (Sampson & Clark, 2006, 2008).

1.8. Argüman Kalitesinin Değerlendirilmesi

Bir konuda ileri sürülen argüman iddia düzeyindeyse argüman kalitesinin düşük, iddiaların gerekçeler ile desteklenmesi ve aynı konuya ilişkin diğer iddiaları bilimsel olarak çürütecek nitelikteki deliller sunulması durumunda ise kaliteli argüman olarak yorumlanmaktadır (Çorbacı & Yakışan, 2018). Nussbaum ve Edwards (2011)'in yaptığı çalışmada argümanların kalitesini belirten asıl değişkenin o argümana yönelik ortaya konulan çürütücüler olduğu belirtilmiştir. Bir argümanın kalitesi ne kadar yüksekse, o argüman için ortaya konulan çürütücü veya çürütücüler de o kadar geçerlidir. Karmaşık ve kaliteli argümanların geliştirilebilmesi amacıyla iddia-veri-gerekçeyle birlikte argümanın yapısında destekleyici-niteleyici-reddedicinin de bulunması gerekir (Kelly, 1998; Driver vd., 2000; Osborne, Erduran & Simon, 2004a; Tümay, 2008). Argümanlar ne kadar çok sayıda öge içeriyorsa argüman kalitesi de yükselir (Driver vd., 2000).

Zohar ve Nemet (2002) tarafından argüman kalitelerinin değerlendirilebilmesi amacıyla bir puanlama geliştirmişlerdir.

Tablo 2. Zohar ve Nemet (2002)'e Göre Argüman Kalitesinin Puanlanması

Puanlama		
Gerekçe	Gerekçe bulunmamakta = 0 puan	Alınan Puan (A)
	Bir geçerli gerekçenin varlığı = 1 puan	
	İki veya daha çok geçerli gerekçenin varlığı = 2 puan	
Gerekçe ve Destekleyici	Gerekçe bulunmamakta = 0 puan	Alınan Puan (B)
	Gerekçeye bir destekleyicinin varlığı = 1 puan	
	Gerekçeye iki veya daha çok destekleyicinin varlığı = 2 puan	
Kategori Puanlarının Toplamı		A+B

Bu puanlama dikkate alındığında her bir argümanın içeriği “argüman”, “karşı argüman” ve “çürütücü” şeklinde üç kategori altında incelenmektedir. Her kategori için öğrenciler tarafından verilen yanıtlara eşlik eden gerekçenin ve destekleyicinin sayısına bağlı olarak puan verilmektedir. Öğrencilerin “Argüman”, “Karşı Argüman” ve “Çürütücü” kategorilerinin her birinden alabilecekleri puan aralığı 0-4, argümantasyon kalitesinden alabilecekleri toplam puan aralığı ise 0-12’dir.

Zohar ve Nemet’e göre argüman, iddia-sonuç ve bunlara yönelik gerekçelerden meydana gelen nedenler veya destekler şeklinde açıklanabilir. Güçlü argümanların, sonuçlara destek olan çok sayıda savunmanın bulunduğu ve konuyla ilgili geçerli bilimsel kavramları içerdiği, zayıf argümanların ise konuyla ilişkisi bulunmayan savunmalar olduğunu açıklamışlardır (Erduran, 2007; Zohar ve Nemet, 2002).

1.9. Argümantasyonda Kullanılan Teknikler

Argümantasyon sürecinin başlatılabilmesi için bilimsel olaya, soruna ya da problem durumuna uygun olacak şekilde aşağıda verilen tekniklerden biri seçilip uygulanmalıdır.

1.9.1. İfadeler Tablosu

Öğrencilere bir konuya ilişkin ifadeleri içeren bir tablo verilir. Tablodaki ifadelere katılıp/ katılmadıklarının sorulduğu, ifadeye katılması ya da katılmamasının nedenlerinin açıklandığı ve ifadelere yönelik tartışmanın yapıldığı bir tekniktir (Osborne vd., 2004a).

1.9.2. Öğrenci Fikirlerinden Oluşan Kavram Haritaları

Literatür incelenmesi sonucunda öğretimi amaçlanan fen konusu ya da kavramıyla ilişkili olarak öğrencilerin kavramlarının yer aldığı bir kavram

haritası (öğrenci fikirlerinden oluşan) öğrencilere dağıtılır. Hem bireysel hem de grup olarak öğrencilerden kavram haritalarındaki kavramların ve kavramların arasındaki ilişkilerin incelenmesi ve bunların bilimsel yönlerden doğru veya yanlış olduğuna ilişkin karar vermeleri ve verilen kararları gerekçeleriyle birlikte tartışılması istenilir (Osborne, 1997).

1.9.3. Karikatürlerle Yarışan Teoriler

Öğrencilere öğretimi amaçlanan konuya ilişkin karikatürlerin içinde sunulan iki ve ya daha fazla sayıda teori sunulur. Bu teknikte öğrenciden doğru olduğunu düşündükleri teoriyi seçmeleri, düşüncelerinin ve seçimlerinin neden doğru olduğunu düşünmeleri, karşıt iddiaların ortaya konulması ve kendi görüşüne katılmayan birini nasıl ikna etmeleri gerektiğini ifade etmeleri ve tartışmaları istenilmektedir (Keogh & Naylor, 1999; Naylor, Downing & Keogh, 2001).

1.9.4. Hikâyelerle Yarışan Teoriler

Öğretimi amaçlanan konuya ilişkin en az iki teori hikâye formatında hazırlanır ve öğrencilere sunulur. Öğrencilerden hangi hikâyede yer alan teoriyi neden desteklediklerini gerekçeleriyle birlikte açıklamaları, kanıtlar sunmaları ve tartışmaları istenilir. Bu teknikte bir dergi-gazetede bulunan öğrencinin ilgisini çekebilecek bir hikâye, öğrencilere yarışan teoriler biçiminde sunulabilir (Osborne vd., 2004a).

1.9.5. Fikirler ve Kanıtlarla Yarışan Teoriler

Öğrencilere öğretimi amaçlanan konuya yönelik bir olay tanıtılır. Olaya yönelik en az iki yarışan teorisinin (fikir) sunumu yapılır. Verilen teorilerden bir teoriyi ya da diğer teoriyi, ya da her ikisini destekleyen ya da herhangi birine destek olmayan delil ifadeleri öğrencilere sunulur. Öğrencilerden küçük gruplar biçiminde delil olabilecek ifadelerin tamamı üzerinde düşünmesi, delillerin teoride etkili olup olmadığını incelemeleri, kanıtları değerlendirerek tartışmaları ve yarışan teorilerdeki bir düşünceyi seçmeleri istenilir (Solomon, 1991; Solomon, Duveen & Scott, 1992).

1.9.6. Tahmin Et-Gözlemle-Açıkla

White ve Gunstone (1992)'un geliştirdiği teknik Osborne vd. (2004a) tarafından argümantasyona ilişkin becerileri geliştirebilmek için kullanılmıştır. Öğretimi amaçlanan konuyla ilişkili bilimsel bir olay seçilir. Bilimsel olay öğrencilere gösterilmeden önce tanıtılıp bilimsel olayda ne olacağına ilişkin soru yönelttilerek küçük gruplar halindeki öğrencilerin bilimsel olayın sonucunu tahmin etmeleri, tartışmaları, akıl yürütmeleri ve

argüman ortaya koymaları istenir. Sonra bilimsel olay gösterilir. Öğrencilerin bilimsel olayı görmeden önce ortaya koydukları tahminleri bilimsel olayın sonucuyla karşılaştırmaları ve tahminlerle bilimsel olayın sonucunun tutarlı olup olmadığını düşünmeleri istenir. Öğrencilerin tahminleri bilimsel olayın sonucuyla tutarlı değilse öğrencilerden argümanlarını yeniden düşünerek değerlendirmeleri ve tahminlerle olayın sonucu arasındaki farkların giderilmesi beklenir. Bu teknikte yapılan bilimsel tartışma, öğrencilerin yaptıkları tahminler için ileri sürdükleri teoriye ve onu destekleyebilecek delillere odaklanır (White & Gunstone, 1992; Osborne vd. 2004a).

1.9.7. Deney Tasarlama

Öğrencilerin araştırma yapacakları bilimsel olaya yönelik hipotezi test edebilmeleri amacıyla grup olarak deney tasarımı yapmaları istenilir. Öğrenciler küçük gruplar halinde çalışarak verilen hipoteze yönelik deney tasarımı yaparlar. Deney tasarlama sürecinde hangi değişkenlerin ölçüleceği değil, deney verilerinin güvenilirliğini sağlayabilmek amacıyla deneyin hangi basamaklarında ve ne kadar sıklıkta ölçüm yapacakları belirtilir. Öğrenci grupları tasarladıkları deneyleri, deneyin işlem basamaklarını, değişkenlerin belirlenmesini ve alternatif işlem basamaklarına yönelik önerilerini sunar ve deney verilerini tartışır. Daha sonra öğrenci gruplarından deney tasarımlarına yönelik argüman oluşturarak diğer gruplarla tartışma yapmaları istenilir (Osborne vd., 2004a).

1.9.8. Argüman Yapılandırma

Öğretimi amaçlanan bilimsel bir olaya ve bu olayın gerçekleşmesinin açıklamasına yönelik en fazla dört taneyi geçmeyen veri ifadeleri verilir (Osborne vd., 2004a). Olayın hangi veri ifadesi tarafından en iyi biçimde açıklandığının seçilmesi ve niçin bu veri ifadesini seçtiklerini tartışmaları istenilir. Öğrencilerden bilimsel olay ile veri arasında bulunan ilişkiyi açıklayabilecek argüman ortaya koymaları istenilir (Driver vd., 2000). Her öğrenci argümanlarına karşı olan argümanları çürütmek ve kendi iddialarını desteklemeye çalışırlar.

1.9.9. Argümanları Değerlendirme

Öğrencilere bir olaya yönelik birden fazla açıklama verilir. Öğrencilerin küçük gruplar halinde tartışarak en iyi açıklamanın seçilmesi ve niçin en iyi açıklama olduğunu düşündüklerini açıklamaları istenir. Sonra öğrencilerden diğer açıklamaların neden o kadar iyi olmadığını belirtmeleri ve bunu gerekçelendirmeleri istenilir (Osborne, Erduran & Simon, 2004b).

1.9.10. Deney Raporu

Goldsworthy, Watson ve Wood-Robinson (2000)'nın yaptığı çalışmadan ortaya çıkan bir etkinliktir. Öğrenciye başka bir öğrencinin yaptığı deneye yönelik deney raporu verilir. Öğrencilerin tartışabilmeleri amacıyla deney raporundaki deneyin verileri, bulguları ya da sonuçları manipüle edilerek verilir. Deney raporunda kasıtlı bir şekilde çıkarılan bölümler ya da hatalı şekilde verilen bilgiler bulunur. Öğrencilerden deney raporunu incelemeleri, analiz etmeleri deney raporundaki herhangi bir hatalı bilgi, bulgu veya eksiklik olup-olmadığının tartışılması, gerekçeyle birlikte hatalı ve ya eksik görülen yerlerin düzeltilmesi istenilir.

Yukarıda verilen teknikleri öğretimi amaçlanan konuya uygun bir şekilde argümantasyon sürecini başlatmak ve uygulamak amacıyla kullanılır.

1.10. Argümantasyonun Fen Öğretiminde Yeri ve Önemi

Argümantasyon kişinin öğrenme deneyimini etkileyen önemli bir unsurdur. Kavram değişimi sağlaması açısından da kullanışlı bir araçtır. Başkalarının önünde mantıksal düşünme alıştırması, ya da öğrenci düşüncelerinin dışa vurulmasının bir yoludur (Demir, Enderle & Gül, 2017). Argümantasyon öğrencilerin grup tartışmaları ile sınıf içinde etkileşime girmeleriyle kişisel ve sosyal boyutlar arasındaki etkileşime olanak sağlar (Erduran vd., 2004).

Bir öğrenci bilimsel argümantasyonun gerçekleşme sürecine katıldığında, bilim insanlarının bilgiyi yapılandırma için kullandıkları süreci eğitim ortamının içinde de deneyimleyebilir (Aymen Peker, Apaydın ve Taş, 2012). Öğrenciler bilimi, devamlı bir biçimde fikirlerin ileri sürüldüğü, sorgulamasının yapıldığı ve genellikle fikirlerin geliştirildiği-değiştirdiği bir süreç şeklinde algılayabilirler. Öğrenciler bu sürecin içerisinde sosyal etkileşime girdiklerinden bilimsel bilgilerin sosyal bir şekilde inşa edilme sürecini de daha rahat anlayabilir (Erduran vd., 2004). Argümantasyon ile fen öğretiminde öğrenciler bilim insanlarının zihin alışkanlıkları olan sorgulayıcı tutum içinde alternatif açıklamaların hakkında düşünebilmeyi ve tartışma sürecinde ortaya konulan iddiaların, gerekçelerin ve argümanların eleştirel biçimde değerlendirilmesini öğrenirler. Bu gerekçeyle argümantasyonun kullanılmasıyla yapılan öğretimin fen kavramlarının öğrenilmesinin yanında, onlara bilim insanı gibi düşünme alışkanlıkları da kazandırır. Bilime karşı ilgi-tutumu pozitif yönde etkilerken, bilimsel okuryazarlık kazanımlarını edinmelerini sağlar (Demirdöğen, Yeşiloğlu & Köseoğlu, 2017). Argümantasyonun bilimin öğrenciler tarafından daha derinlemesine ve kalıcı öğrenilmesinde önemli bir işlevi vardır (Duschl & Osborne, 2002). Argümantasyon kişinin öğrenme deneyimini etkileyen önemli bir unsurdur.

Kavramsal değişimin sağlanması için kullanışlı bir araçtır. Başkasının önünde mantıksal düşünme alıştırmaları ya da öğrenci düşüncelerinin dışa vurulmasının bir yoludur (Demir vd., 2017). Argümantasyon, bilimsel bilginin gelişmesinde önemli bir araçtır (Erduran, 2006). Argümantasyon, bilimsel bilginin gelişmesiyle bağlantılı olduğu kadar bilimsel bilginin yapısının anlaşılması ile de bağlantılıdır (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007).

Argümantasyon, bilimsel okuryazarlık becerilerine (Driver vd., 2000; Gott & Duggan, 2007), bilimsel içeriğin öğrenilmesine (Bell & Linn 2000; Zohar & Nemet, 2002), bilimsel bilginin yapılandırılması ve değerlendirilmesi yolunu anlamaya (Dawson & Venville, 2010; Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2008), sözel ve yazılı iletişim becerilerine (Sampson, Enderle, Grooms & Witte, 2013), derinlemesine düşünmeye (Chin & Osborne, 2010), eleştirel düşünme becerilerine (Nussbaum, 2008), üst düzey düşünme becerilerine (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007; Zhou, 2010), sosyalleşmeye (Torun, 2015), sosyal becerilere (Kuhn & Udell, 2003) katkı sağlar. Argümantasyonun yukarıda belirtilen olumlu etkilerine dayanarak argümantasyon bireyin eğitim hayatında ve toplumsal gelişiminde önemli bir role sahip olduğu ifade edilebilir.

1.11. Fen Öğretiminde Neden Argümantasyona Yer Verilmelidir?

Jimenes Alexandra ve Erdoğan (2008) tarafından yapılan çalışmada argümantasyonun neden fen öğretimi sürecinde kullanılması gerektiğinin cevapları belirtilmiştir. Bunlar;

1. Argümantasyonun uygulanması sürecinde dil ile dilsel öğelerin kullanılmasına yer verilmesi hem öğrenci hem de öğretmenin sahip olduğu bilişsel süreçlerin ve meta-bilişsel süreçlerin görülebilir olmasını sağlar.

Buna ilaveten argümantasyon sürecinde argümanlar ortaya konulduktan sonra öğrencilerin ileri sürdükleri iddialara kanıt göstermeleri ve iddiaları alternatif açıklamalarla birlikte değerlendirme yapmaları istenildiğinden üst düzey düşünmeye yönelik becerilerinin gelişim göstermesi beklenir.

2. Argümantasyon süreci sayesinde öğrenciler dil ve dilsel öğeleri kullanarak kendi inandıklarını destekleyebilmek amacıyla kanıtlar arama çabasını göstereceklerdir. Mantıksal kriterlerin kullanılması sayesinde öğrenciler düşünceleri değerlendirerek eleştirel düşünebilme becerilerini de geliştirebileceklerdir.

3. Argümantasyon sürecinde yer alan öğrenciler fenin dilini kullanacaklardır.

4. Argümantasyon yoluyla öğrenciler bilimsel kültürü tanıyacak, epistemik ölçüt geliştirecek ve bilimsel teorinin yapılandırılma sürecini tecrübe edeceklerdir.

5. Argümantasyon sayesinde öğrenciler mantıksal kriterler kullanılması yoluyla teorilerle görüşlerin arasında seçim yapmayı sağlayabilecek beceriler geliştireceklerdir. Bu durum, öğrencilerin muhakeme yapma becerilerinin de gelişimine katkı sunacaktır.

2. Argümantasyon Tabanlı Fen Öğrenme Yaklaşımı

Bilim genellikle fikir birliği yerine fikir ayrılıklarının tartışılmasıyla ilerleme kaydeder. Bu nedenle ileri sürülen bir model ile kanıtlara yapılan yorumların ve bilgilerin geçerliğine yönelik yapılan bilimsel tartışmalarda bilim insanları tarafından ortaya konulan argümanlar bilimin temelini oluşturmaktadır. Bu bağlamda argümantasyon fen eğitiminin merkezinde yer alır (Demiral, 2014) ve argümantasyon fen öğretiminin önemli bir parçasıdır (Erkek & Işıksal Bostan, 2019). Ayrıca Gelecek Nesil Bilim Standartları (NGSS Lead States, 2013) argümantasyonu ilk ve ortaöğretimin temel sekiz uygulamasından biri olarak kabul etmektedir. Bunlara dayanarak fen öğretiminde argümantasyona da yer verilmelidir.

Argümantasyonun fen öğretimine entegrasyonunun sağlanabilmesi için Hand ve Keys (1999)'in çalışmalarında Science Writing Heuristic şeklinde ifade edilen yapılandırmacı öğrenme teorisini temel alan, bilimsel argümantasyon süreci ve okuma-yazma gibi dil etkinliklerinin de kullanılması yoluyla bilgilerin yapılandırılmasını amaçlayan bir öğrenme-öğretme yaklaşımı geliştirilmiştir. Günel, Kabataş-Memiş, Büyükkasap (2010) tarafından Türkçe karşılığı Yaparak-Yazarak Bilim Öğrenme şeklinde ifade edilmiştir. Bu yaklaşımın odağında argüman geliştirme süreci yer alması nedeniyle yaklaşımın ismi "Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme" olarak değişim göstermiştir (Kıngır, Geban & Günel, 2011). Bu yaklaşım okuma-yazma-konuşma öğelerinin yer aldığı dil becerilerinin kullanımını gerektirmektedir. Öğrenciler bu yaklaşımda geçerli bir argüman oluşturma, iddia ve kanıt sunma, soru sorma, araştırmaları hakkında uygulama yapma fırsatları yakalar (Keys, Hand, Prain ve Collins, 1999). Bu yaklaşımda sistematik bir şekilde akıl yürütme sürecinin takip edilmesi ve bilimsel kavramların, argümantasyon becerilerinin, eleştirel düşünme becerilerinin kullanımı gerekir (Hand, Norton-Meier, Staker, & Bintz, 2009).

Bu yaklaşımda öğrenciler soru sorma, iddia ileri sürme, iddiaları delillerle destekleme yoluyla araştırma-sorgulamanın temel alındığı bir öğrenme-öğretme ortamının içinde bilgilerini düzenleyerek yapılandırır (Hand

& Keys, 1999). Bu yaklaşımda argümanların yazılı olarak yapılandırılması temel alınmaktadır (Günel vd., 2010). Bu yaklaşımda yazma basamağına başlamadan önce argümantasyon süreci gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle bu yaklaşım yalnızca sorgulamaya dayanan etkinliklere göre kazanımların gelişiminde oldukça üst düzeyde etkilidir (Akkuş, Günel & Hand, 2007).

Keys (1999), argümantasyon tabanlı öğrenmenin uygulanma aşamalarını açıklayabilmek için öğrenci-öğretmenlere kılavuzluk yapması amacıyla öğretmen ve öğrenci şablonu oluşturmuştur. Bu iki şablon argümantasyon tabanlı fen öğrenme yaklaşımında öğretmen ve öğrenci tarafından yapılması gereken faaliyetler hakkında yol göstermektedir.

2.1. Argümantasyon Tabanlı Fen Öğrenme Yaklaşımında Öğretmenin Gerçekleştirilmesi Gereken Faaliyetler

Keys (1999)'in öğretmen şablonunda argümantasyon tabanlı bilim öğrenme ile öğretimin yapılacağı ortamlarda öğretmen tarafından gerçekleştirilmesi gereken faaliyetler belirtilmiştir. Öğretmenlerden bu şablonda ifade edilen aşamaları kendi tecrübelerine göre uygulamaları beklenmektedir.

1. Öğrencilerin ön bilgilerinin ve hazır bulunuşluklarının belirlenmesi
2. Labaratuvardan önce yazma-gözlem-beyin fırtınası-soru sorma teknikleriyle etkinliklere hazırlanılması
3. Laboratuvar etkinliklerine katılma
4. I. Müzakere Basamağı: Laboratuvar etkinliklerinde bireysel yazma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi
5. II. Müzakere Basamağı: Öğrenci grupları tarafından yapılan gözlemlerin sonucunda elde edilen verilerin tartışılması ve paylaşılması
6. III. Müzakere Basamağı: Oluşan fikirlerin kaynaklar ile kıyaslanması
7. IV. Müzakere Aşaması: Bireysel yansıma ve yazmanın gerçekleştirilmesi (Bu amaçla rapor, poster vb. ürünler hazırlama)
8. Öğretimin sonunda kavram haritalarıyla öğrenilenlerin belirlenmesi (Demirbağ & Günel, 2014).

Bu yaklaşımının uygulanması sürecinde yukarıda verilen temel basamaklar daha geniş bir şekilde açıklanabilir.

1. Öğretmen öğrenme-öğretme sürecinin başlangıcında öğrencilerin bireysel-grup şeklinde öğrenecekleri konuya yönelik öğrenci ön bilgilerinin görülebilmesi amacıyla haritalandırma yapar.

2. Müzakere basamaklarında öğrencileri etkili bir katılımcı olmaları amacıyla müzakere sürecinde uyulması gereken kuralları (bir öğrencinin konuşması esnasında diğer öğrencilerin dinlemeleri, söz kesmemeleri ve müdahalede bulunmamaları) açıklar.

3. Laboratuvar-sınıf etkinliklerinden önce informal yazma-gözlem-beyin fırtınası-soru sorma gibi faaliyetler gerçekleştirir.

4. Müzakere basamaklarında öğrencilerin arasında müzakere sürecinin meydana gelmediği durumlarda açık uçlu soru sorma yoluyla müzakere sürecinin başlamasını sağlar.

5. Laboratuvar-sınıf içi etkinliklerin uygulanması sürecinde öğretmen de katılımcı olarak yer almalıdır. Etkinlik sürecini izlemek ve gerektiğinde yönlendirmeler yapmak amacıyla grupların arasında dolaşır. Öğretmen öğrencilerin kendisiyle diyalog içine girmelerine yardım eder. İhtiyaç olduğu durumlarda öğrencileri yönlendirmek amacıyla yöneltilen sorularla müdahalede bulunur.

6. Laboratuvar/sınıf içi etkinliklerinin gerçekleştirilmesi sürecinde ilk basamak olarak ifade edilen bireysel anlama amacıyla düzenlenen yazma etkinliğinin müzakeresi yapılır.

7. Laboratuvar/sınıf içi etkinliklerinde ikinci basamak olan yapılan gözlemler ve ya ölçümler sonucunda elde edilen verilerin grup içinde karşılaştırılması ve paylaşılması etkinliğinin müzakeresi yapılır.

8. Laboratuvar/sınıf içi etkinliklerinde üçüncü basamak olan etkinliklerin sonucunda oluşan fikirlerin bilimsel kaynaklarla karşılaştırılması etkinliğinin müzakeresi yapılır.

9. Laboratuvar/sınıf içi etkinlikleri yapılırken dördüncü basamak olarak bireysel olarak yansına-yazma etkinliğinin müzakeresi yapılır.

10. Laboratuvar/sınıf içi etkinliklerinin yapılması sürecinde esnasında nitelikli soruların ve kaliteli argümanların üretilmesi amacıyla öğrencileri teşvik ederek destek olur.

11. Öğrencilerin grup olarak çalışmaları konusunda yönlendirmeler yapar. Müzakere basamaklarında öğrenciler tarafından yapılan çıkarımların hem grubun kendi içinde hem de grubun dışındaki diğer gruplarla paylaşmaları ve karşılaştırmaları için öğrencilerin teşvik edilmesini sağlar.

12. Öğrenciler tarafından ortaya konulan deneysel-kuramsal delillerin ilgili iddialara destek olup olmadığı konusunda öğrencilerin düşünmesini ve değerlendirmesini sağlar.

13. Öğretim sürecinin sonunda ulaşılan genelleme ve sonuçlara yönelik içerikle ilişkili haritalandırma yapar (Keys vd., 1999).

2.2. Argümantasyon Tabanlı Fen Öğrenme Yaklaşımında Öğrencinin Gerçekleştirmesi Gereken Faaliyetler

Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımında öğrencilere güçlü argümanlar geliştirme imkanı sunulur. Öğrenciler, öğrenci şablonunda yer alana basamakları uygulayarak sorular sorma, soruların test edilmesi, iddia-delillerin geçerli biçimde sunulması, öğrencinin karşıt fikirler ile kendi fikirlerini kıyaslaması, fikirlerindeki ve argümanlarındaki değişimin gözlemlenebilmesi imkanlarına sahip olurlar. Böylece öğrenciler bilimsel konular hakkında fikir sahibi olabilmeleri için güçlü argümanlar geliştirebilirler (Akkuş vd., 2007). Bu yaklaşımda öğrenciler tarafında uygulanması gereken öğrenme basamakları ve o basamaklarda sorulması gereken soruların aşağıda belirtildiği şekilde olması beklenmektedir.

1. Başlangıçtaki Fikirler-Sorularım nelerdir?
2. Test-Neler yaptım?
3. Gözlem-Neleri gözlemledim?
4. İddia-Bu konuda nasıl bir iddiada bulunabilirim?
5. Kanıt-Bu iddiada bulunma sebeplerim nelerdir? Nasıl anladım?
6. Okuma-Diğer fikirlerle kendi fikrimi nasıl kıyaslarım?
7. Yansıma-Sonunda fikirlerimde ne değişti?

Argümantasyon tabanlı fen öğrenme yaklaşımı basamaklarında öğrenciler tarafından gerçekleştirilecek faaliyetler daha geniş bir şekilde aşağıdaki gibi açıklanabilir.

1. Başlangıç soruları öğrenciler tarafından belirlenir ve öğretmenin müdahalesi söz konusu değildir.
2. Öğrenciler belirledikleri soruya cevap arayabilmek amacıyla etkinlikler tasarlar ve etkinlikleri yaparlar.
3. Öğrenciler etkinliklerin uygulanması esnasında yaptıkları gözlemleri ve elde ettikleri verileri öğrenci şablonuna yazar.
4. Yapılan gözlemler ve elde edilen verilere dayanarak iddialar ileri sürerler.
5. İleri sürdükleri iddialara ilişkin kuramsal/deneysel deliller oluştururlar.

6. İddialarını ve kanıtlarını hem grup içinde hem de grup dışında diğer gruplarla paylaşarak karşılaştırırlar.

7. Öğrenciler öğretim sürecinde hem kendi grubunun içinde hem de grubunun dışında diğer grupların arasında müzakere sürecinin içinde yer alırlar.

8. Öğrenciler argümantasyon tabanlı fen öğrenme yaklaşımının uygulanması süreci içinde deneyimlerini ve fikirlerinde değişim olup olmadığını yansıtıcı bir biçimde yazarlar (Keys, 1999 ; Akkuş vd., 2007).

3. Öğretimde Teknolojinin Yeri ve Önemi

Eğitim alanlarının teknolojiadaki değişime açık olması ve teknolojiyle birlikte uygun bir şekilde desteklenmesi gerekir (Başat, 2015). Çünkü teknoloji eğitimde öğrenmeyi kolaylaştırıcı, öğrenmeyi zamana-mekâna bağlı olmaktan çıkaran, sınıfın dışında da öğrenme-öğretme amaçlı kullanılan bir araçtır (Akgün, Özden, Çinici, Aslan & Berber, 2014). Teknolojinin eğitimde kullanımı, bilgiye erişimi kolaylaştırmakta, öğrenme materyallerinin çeşitliliğini artırmakta ve eğitim süreçlerini daha verimli hale getirmektedir (Abbas, Aman, Nurunnabi & Bano, 2019). Görsel-işitsel uyaranlardan kaynaklı çeşitlilikler sayesinde teknoloji öğrenmeye ilişkin deneyimleri zenginleştirmekte ve öğrencinin derse katılmasını artırmaktadır (OECD, 2021). Bu durum, pasif bir biçimde dinlemenin yerine öğrencinin aktif biçimde öğrenme-öğretme sürecinin içinde etkileşime girmeye imkan sunmaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı, 2024). Teknolojik öğretim materyalleriyle oluşturulan çoklu öğrenme ortamları öğrencilerin problem çözebilme, yaratıcı-üst düzey düşünebilme ve dijital okuryazarlık vb. 21. yüzyıl becerilerinin de gelişimine imkan sunar (Narsiti & Raharja, 2022). Teknolojik uygulamalarla öğrencilerin bireysel farklılıklarının dikkate alınması sağlanır. Böylece bireysel farklılıklara yönelik uygun olan öğrenme ortamları planlanabilir, öğrenme desteklenebilir, öğrencilere etkileşim-dinamizme sahip içerik sunulabilir, öğrencilerin işbirliği yapabilmelerine yönelik imkânlar sağlanarak ortak çalışma yapılabilecek ortamlar oluşturulabilir, öğrencilerin derslere aktif bir şekilde katılımı sağlanabilir, öğrenciler derse motive edilir, alternatif öğrenme yolları sağlanır (Elvan, & Mutlubaş, 2020). Teknolojinin öğretimde kullanımına yer verilmesinin öğrenme hedefleri üzerindeki katkıları dikkate alındığında öğretim süreci teknolojiyle de desteklenmelidir.

4. Teknoloji Destekli Argümantasyon Tabanlı Fen Öğrenme Yaklaşımı

Argümantasyon tabanlı bilim öğrenmenin odağında argümantasyon vardır. Öğrencilerin argümantasyon sürecini yazılı hale getirmeleri argümantasyon sürecini sıkıcı olarak görmelerine neden olabilmektedir. Argümantasyon sürecini sıkıcı olmaktan çıkarabilmek, ilgi çekici-motive edici hale getirebilmek ve öğrencilerin sıkılmadan argümantasyon sürecine katılmaları ve argümanlarını sözel ve yazılı olarak ifade edebilmelerini sağlayabilmek için argümantasyon süreci ses, hareket, görüntü ve etkileşim gibi multimedya unsurlarını içeren teknolojik eğitim programlarıyla desteklenebilir. Bu amaçla argümantasyon tabanlı bilim öğrenme sürecinin tamamı Canva, Platagon gibi dijital bir ortama taşınıp teknolojik uygulamalarla desteklenebilir. Bir başka deyişle argümantasyon tabanlı fen öğrenme yaklaşımı teknolojik eğitim programları desteğiyle “Teknoloji Destekli Argümantasyon Tabanlı Fen Öğrenme Yaklaşımı”na dönüştürülerek dijital platforma taşınmış olur.

4.1. Hazırlık Aşaması-Argümantasyon Sürecinin Öğretimi

Argümantasyon sürecinin temel öğeleri içinde yer alan argümanın, karşı argümanın, çürütmenin ve argümantasyonun nasıl gerçekleştiğinin örnekler ile uygulamalı biçimde açıklaması ve öğretimi yapılır. Kaliteli bir argümanın hangi özelliklere sahip olması gerektiği açıklanır. Kaliteli argümantasyon sürecinin gerçekleştirilebilmesi için öğrencilerin ortaya koydukları argümanlara yönelik karşı argümanların öne sürülebileceği, öğrencilerin karşı argümanları kendi argümanlarına ikna edebilmeleri için tartışmanın oldukça önem arz ettiği belirtilir. Tartışma yapılırken öğrencilerin kendi argümanlarının doğruluğunu kanıtlayabilmeleri amacıyla kanıtları ortaya koyma ve karşı argümanların çürütülebilmesinin de önem arz ettiği açıklanır.

Öğrenciler 4-5 kişilik heterojen gruplara ayrılır. Öğrencilerden “Deney Hayvanları” gibi sosyobilimsel bir konuda argüman, karşı argüman ve çürütücü ortaya koymaları istenilir. Gruplarda yer alan öğrencilerin her birine “Deney Hayvanları” konusunu içeren “Argümantasyon Etkinlik Formu” dağıtılır. Argümantasyon Etkinlik Formu’nda yer alan konunun içeriği “Bilimsel çalışma sürecinde deney hayvanlarının kullanımına yer verilmesi insanlar için avantaj mıdır, yoksa deney hayvanlarının yaşamına yönelik yapılan haksız bir uygulama mıdır?” ikilemine ilişkindir.

Gruplarda yer alan öğrencilerin Argümantasyon Etkinlik Formu’ndaki metni okumaları, grup içinde görüşlerini açıklamaları ve tartışmaları sağlanır. Sonra sınıf içinde genel bir tartışma yapılarak ve öğrencilerin

görüşlerini ifade etmeleri sağlanır. Sınıf tartışması sonunda öğrencilerin her biri yazılı argümanlarını AEK üzerinde ifade ederler. Tartışmaların sonunda öğrencilerin sahip oldukları görüşleri değiştirebilecekleri belirtilir. Gruptaki öğrenciler farklı görüşlere sahip olabilir. Argümantasyondaki en önemli faktörlerden biri her öğrencinin görüşünü savunabilmesi ve karşı görüşün zayıf yönlerini belirleyip karşı görüşü etkisizleştirebilmesidir. Kaliteli bir argümantasyonda argüman, karşı argüman ve çürütme öğelerinin açıklanmasında dikkat edilecek noktalar da belirtilmelidir. AEK'nın değerlendirilmesinde yazılan gerekçe ve destekleyici sayısına bağlı olarak alınabilecek puanlar, argümantasyonun her bir ögesinde en yüksek puanın alınabilmesi amacıyla en az yapılması gerekenler de örneklerle belirtilir.

4.2. Teknoloji Destekli Argümantasyon Tabanlı Fen Öğrenme Yaklaşımı

Öncelikle sınıftaki öğrenci sayısına bağlı olarak üç, dört ya da beş öğrencilik heterojen gruplar oluşturulur. Teknoloji destekli argümantasyon tabanlı fen öğrenmeye yaklaşımının uygulanmasında Akıllı Tahta kullanılır. Ayrıca argümantasyon sürecini gerçekleştirmek ve öğretim amaçlı kullanılması için öğrenci gruplarına tablet bilgisayarlar dağıtılır.

Argümantasyon sürecinin başında öğretimi amaçlanan konu ya da kazanımlara ilişkin öğrencilerin fikirlerini öğrenebilmek amacıyla Wordart uygulamasıyla kelime bulutu oluşturularak beyin fırtınası tekniği kullanılır. Ayrıca öğrencilerin öğretimi amaçlanan konu ya da kazanımlara ilişkin ön bilgilerini belirleyebilmek için Plickers uygulamasında çoktan seçmeli doğru yanlış, kısa cevaplı testler uygulanabilir. Bu amaçla öğrencilere Plickers QR Kod cevap kağıtları dağıtılır. Buna ilaveten öğrencilerin öğretimi amaçlanan konu-yada kazanımlara ilginin çekilmesi ve öğrenmeye yönelik motivasyonun sağlanması amacıyla Akıllı Tahtada animasyon, ilgi çekici ancak teorik bilgi içermeyen videolar öğrencilere izletilebilir. Canva programında ilgi çekici ve multimedya unsurlarını da içeren dijital öyküler kullanılabilir. Belirtilen öğrenme etkinliklerinin bir ya da iki tanesi kazanım ya da konu içeriğine uygun olarak tercih edilir.

Öğrencilerde öğrenme çıktılarının gelişimini sağlamak amacıyla argümantasyon sürecinde kullanılacak argümantasyon tekniği ve argümantasyon sürecinin tamamı teknolojik uygulamalar (Canva, Capcut vb.) sayesinde ilgiyi çekebilecek ve motivasyonu sağlayabilecek multimedya öğelerini içerecek biçimde dijital ortama taşınır. Bu amaçla argümantasyonu başlatabilmek için “Fikirlerle Yarışan Teoriler” denilen argümantasyonda kullanılan teknik dijital ortama capcut programı sayesinde görsel, işitsel,

etkileşimli, ilgi çekici olacak şekilde taşınır. Kazanım ve konu içeriğine uygun olacak şekilde argümantasyon tekniği seçilir. Argümantasyon tekniğine uygun olan teknolojik uygulama kullanılır. Argümantasyon tekniğinin ve argümantasyon sürecinin tamamının dijital ortama taşınmasında mutlaka kazanım ve konu içeriği dikkate alınmalı ve öğrenciler için multimedya unsurları kullanılarak ilgi çekici ve motive edici olmasına önem verilmelidir. Böylece öğrenciler tarafından sıkıcı olarak görülen argümantasyon sürecinin yazılı hale getirilmesi ve Argümantasyon Etkinlik Formları'nın doldurulması öğrenciler için sıkıcı olmaktan çıkabilir.

Teknolojik uygulama sayesinde yarışan teorilere ilişkin öğrencilere sorular yöneltilir. Yöneltilen sorulara yönelik öğrencilerin tahminleri alınır. Yarışan teorileri konu alan uygun bir simülasyon (Algoodo, PhET Colarado vb. simülasyon programları) öğrenci grupları tarafından tablet bilgisayarlar ile uygulanır. Öğrenci grupları simülasyon programını değişkenleri değiştirme, sonuçları gözlemleme ve verileri kaydetme yoluyla kullanır. Öğrenciler simülasyon programında yaptıkları gözlemle yarışan teorilerin açıklanmasına ilişkin tahminlerinin tutarlı olup olmadığını ve tahminlerinin doğrulanıp doğrulanmadığını inceleyerek bu durum hakkında kendi grupları içinde açıklama üretmeye çalışır.

Öğrenci gruplarının tablet bilgisayarlar aracılığıyla simülasyonu kullanmaları ve argümantasyonu gerçekleştirmeleri öğrencilerin kendi öğrenme hızında öğrenmelerine fırsat sağlar. Argümantasyonun dijital bir uygulamaya alınması ve tablet bilgisayarlar sayesinde uygulanması öğrencilere argümantasyonun öğeleri (argüman-karşı argüman-çürütücü) hakkında araştırma yapma ve öğrenciyle etkileşimli multimedya unsurlarını içeren etkinliklerin, uygulamaların ve ölçme-değerlendirme faaliyetlerine katılma imkanı sağlar.

Teknolojik bir uygulama ile dijital ortama taşınan yarışan teoriler tekniği ile simülasyon tablet bilgisayarlar sayesinde öğrenci grupları tarafından yapılır. Her bir öğrenciden yarışan teorilerin senaryosu içindeki olayı açıklayabilecek ve soruları cevaplayabilecek teoriyi seçmeleri istenilir. Dijital ortamda öğrenci gruplarından seçtikleri yarışan teorinin kendi grupları içinde tartışmaları istenilir. Sonra öğrencilerden seçtikleri teoriyi sınıf içinde tartışmaları, birbirlerine sorular sormaları ve açıklamalarını gerekçelendirmeleri istenilir. Bu sürecin sonunda öğrencilere argümantasyonun başında tercih ettiği teoriyi değiştirebilecekleri belirtilir.

Daha sonra öğrencilerden argümantasyon sürecinin taşındığı dijital uygulama aracılığıyla multimedya unsurlarını da kullanarak argüman oluşturmaları, oluşturulan argümana yönelik gerekçe, destekleyici ortaya

koymaları istenilir. Ayrıca gruptaki farklı görüşte olan öğrencilerin seçtiği argümanı çürütebilmek ve ya kendi argümanını destekleyebilmek amacıyla öğrencilerden gerekçe ile çürütücü ortaya koymaları ve çürütücünün de destekleyicisini belirtmeleri istenilir. Dijital ortama taşınan argümantasyon sürecinin tamamı multimedya öğelerini de içeren teknoloji desteği sayesinde uygulanırken, öğrencilerin Argümantasyon Etkinlik Formlarını doldurmaları sağlanır. Argümantasyonun sonunda tekrar sınıfta tartışma ortamı oluşturularak, yarışan teorilerin senaryosu içindeki olaya, olaya ilişkin sorulara ve yarışan teorilere ilişkin cevap, sonuç ve genellemelere ulaşılmaya çalışılır. Argümantasyonun başından sonuna kadar öğrencilerin ön bilgileri, öğrenme eksiklikleri ve öğrenme düzeyleri Plickers Programı ile öğrencilere daha önce dağıtılmış QR Kod Cevap Kağıdı ile hızlı ve öğrencilere geri dönüt verecek şekilde ölçme değerlendirme gerçekleştirilir.

Kaynaklar

- Abbas, J., Aman, J., Nurunnabi, M., & Bano, S. (2019). The impact of social media on learning behavior for sustainable education: Evidence of students from selected universities in Pakistan. *Sustainability*, 11(6), 1683. <https://doi.org/10.3390/su11061683>
- Akgün, A., Özden, M., Çinici, A., Aslan, A., & Berber, S. (2014). Teknoloji destekli öğretimin bilimsel süreç becerilerine ve akademik başarıya etkisinin incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(48), 027-046.
- Akkuş, R., Günel, M., & Hand, B. (2007). Comparing an inquiry based approach known as the science writing heuristic to traditional science teaching practices: Are there differences? *International Journal of Science Education*, 29(14), 1745-1765.
- Ayas, A., Çepni, S., & Ayvaci, H. Ş. (2019). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi*. Pegem Akademi.
- Aymen Peker, E., Apaydın, Z., & Taş, E. (2012). Isı yalıtımını argümantasyonla anlama: İlköğretim 6. sınıf öğrencileriyle durum çalışması. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(8), 79-100.
- Başat, T. (2015). *Ön lisans öğrencilerinin teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) ve özyeterliklerinin araştırılması: Afyon Meslek Yüksekokulu'nda bir uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Bell, P., & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797-817.
- Boulter, C. J., & Gilbert, J. K. (1995). Argument and science education. In P. J. M. Costello & S. Mitchell (Eds.), *Competing and consensual voices: The Theory and practices of argument*. Clevedon: Multilingual Matters Ltd.
- Chin, C., & Osborne, J. (2010). Supporting argumentation through students' questions: Case studies in science classrooms. *Journal of The Learning Sciences*, 19(2), 230-284. <https://doi.org/10.1080/10508400903530036>
- Çorbacı, N., & Yakışan, M. (2018). The analysis of the arguments developed by science 7th grade students in relation to the science organizations of science courses. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(1), 249-263.
- Demir, K., Enderle, P., & Gül, T. (2017). Fizik öğretiminde argüman temelli sorgulama. A. İ. Şen & A. R. Akdeniz (Ed.), *Fizik öğretimi içinde* (s. 199-225). Ankara: Pegem.
- Demiral, Ü. (2014). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel bir konudaki argümantasyon becerilerinin eleştirel düşünme ve bilgi düzeyleri açısından incelenmesi: GDO örneği*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Demirbağ, M., & Günel, M. (2014). Argümantasyon tabanlı fen eğitimi sürecine modsal betimleme entegrasyonunun akademik başarı, argüman kurma ve yazma becerilerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 373- 392.
- Demirdöğen, B., Yeşiloğlu, S. N., & Köseoğlu, F. (2017). Argümantasyon ile kimya öğretimi. A. Ayas & M. Sözbilir (Ed.), *Kimya öğretimi* içinde (s. 337-365). Ankara: Pegem.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Duschl, A., Schweingruber, H., & Shouse A. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies.
- Duschl, R., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse. *Studies in Science Education*, 38, 39-72. <https://doi.org/10.1080/03057260208560187>
- Elvan, D., & Mutlubaş, H. (2020). Eğitim-öğretim faaliyetlerinde teknolojinin kullanımı ve teknolojinin sağladığı yararlar. *Mustafa Kemal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(6), 100-109.
- Erduran, S. (2006). Promoting ideas, evidence and argument in initial science teacher training. *School Science Review*, 87(321), 45-50.
- 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, 915-933. <https://doi.org/10.1002/scs.20012>
- Erkek, Ö., & Işıksal Bostan, M. (2019). A different look at the reasoning process of prospective middle school mathematics teachers: Global argumentation structures. *Education and Science*, 44(199), 75-101. <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2019.7867>
- Goldsworthy, A., Watson, R., & Wood Robinson, V. (2000). Developing understanding in scientific enquiry. Hatfield, UK: Association For Science Education.
- Günel, M., Kabataş Memiş, E., & Büyükkasap, E. (2010). Yapararak yazarak bilim öğrenimi-YYBÖ yaklaşımının ilköğretim öğrencilerinin fen akademik başarısına ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumuna etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 35(155), 49-62.
- Günel, M., Kabataş-Memiş, E., & Büyükkasap, E. (2010). Effects of the science writing heuristic approach on primary school students' science achievement and attitude toward Science Course. *Education and Science*, 35(155), 49-62.
- Hand B., Norton-Meier L., Staker J., & Bintz, J. (2009). *Negotiating science: The critical role of argument in student*. Portsmouth, NH: Heinemann.

- Hand, B., & Keys, C. W. (1999). Inquiry investigation. *The Science Teacher*, 66(4), 27.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). Designing argumentation in learning environments. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 91-115). Dordrecht: Springer.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. In S. Erduran & M.P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom based research* (pp. 3-28). Netherland: Springer.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2008). Argumentation in science education: An overview. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 3-27). Dordrecht: Springer.
- Keogh, B., & Naylor, S. (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science: An Evaluation. *International Journal of Science Education*, 21(4), 431-446.
- Keys, C. W., Hand, B., Prain, V., & Collins, S. (1999). Using the science writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigations in secondary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1065-1084. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199912\)36:10<1065::AID-TEA2>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199912)36:10<1065::AID-TEA2>3.0.CO;2-I)
- Kingır, S., Geban, Ö., & Günel, M. (2011). Öğrencilerin kimya derslerinde argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının uygulanmasına ilişkin görüşleri. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(2), 15-28.
- Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, 74(5), 1245-1260.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2005a). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (4 ve 5. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2005b). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. <http://ttkb.meb.gov.tr/www/guncellenen-ogretim-programlari/icerik/151> sayfasından erişilmiştir.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı*. <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=143> sayfasından erişilmiştir.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. <https://tymm.meb.gov.tr/ogretim-programlari/fen-bilimleri-dersi> sayfasından erişilmiştir.

- Narsiti, E., & Raharja, H.F. (2022). The effect of an animated videos in social studies learning toward creative thinking of fourth grader elementary students. *Jurnal IJPSE (Indonesia Journal of Primary Science Education)*, 2(2), 17-21. <https://doi.org/10.33752/ijpse.v2i2.1782>
- Naylor, S., Downing, B., & Keogh, B. (2001). An empirical study of argumentation in primary science, using concept cartoons as the stimulus. In *3rd Conference of the European Science Education Research Association Conference, Thessaloniki, Greece*.
- NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: For states, by states. Washington DC: The National Academies.
- Nussbaum, E. M. (2008). Using argumentation Vee diagrams (AVDs) for promoting argument counterargument integration in reflective writing. *Journal of Educational Psychology*, 100(3), 549-565. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.3.549>
- Nussbaum, E. M. (2011). Argumentation, dialogue theory, and probability modeling: Alternative frameworks for argumentation research in education. *Educational Psychologist*, 46(2), 84-106. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.558816>
- Nussbaum, E. M., & Edwards, O. V. (2011). Argumentation, critical questions, and integrative stratagems: Enhancing young adolescents' reasoning about current events. *Journal of the Learning Sciences*, 20(3), 433-488.
- OECD. (2021). *OECD digital education outlook 2021 pushing the frontiers with artificial intelligence, blockchain and robots*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>.
- Osborne, J. (1997). Practical alternatives. *School Science Review*, 78(285), 61-66.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004a). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004b). *Ideas, evidence and argument in science. In service training pack, resource pack and video*. London: Nuffield Foundation.
- Sampson, V., & Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92(3), 447-472. <https://doi.org/10.1002/scs.20276>
- Sampson, V., Enderle, P., Grooms, J., & Witte, S. (2013). Writing to learn by learning to write during the school science laboratory: Helping middle and high school students develop argumentative writing skills as they learn core ideas. *Science Education*, 97(5), 643-670.
- Schweizer, D. M. (2002). Heating up the science classroom through global warming: an investigation of the use of argument in earth system science.

- ce education. Doctoral Dissertation. <https://www.proquest.com/doc-view/252168718?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true> sayfasından erişilmiştir.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28, 235-260. <https://doi.org/10.1080/09500690500336957>
- Solomon, J. (1991). *Exploring the nature of science: Key Stage 3*. Glasgow, UK: Blackie.
- Solomon, J., Duveen, J., & Scott, L. (1992). *Exploring the nature of science: Key stage 4*. Hatfield, UK: Association for Science Education.
- Şahin, D. (2014). *Dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin argüman yapıları*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Torun, F. (2015). *Sosyal bilimler dersinde argümantasyon temelli öğretim ve karar verme becerisi arasındaki ilişki düzeyi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University.
- Tümay, H. (2008). *Argümantasyon odaklı kimya öğretimi*. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tümay, H., & Köseoğlu, F. (2011). Kimya öğretmen adaylarının argümantasyon odaklı öğretim konusunda anlayışlarının geliştirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8(3), 105-119.
- Türk Dil Kurumu Sözlükleri. (2025). Güncel Türkçe sözlük. <https://sozluk.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- van Eemeren, F. H., Jackson, S., & Jacobs, S. (2011). Argumentation. In T. A. V. Dijk (Ed.), *Discourse studies: A multidisciplinary introduction* (pp. 85-106). London: Sage.
- Venville, G., & Dawson, V. M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in Science Education*, 47(8), 952-977. <https://doi.org/10.1002/tea.20358>
- White, R.T., & Gunstone, R. F. (1992). *Probing understanding*. The Falmer Press, London.
- Zhou, G. (2010). Conceptual change in science: A process of argumentation. *Eurasian Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(2), 101-110. <https://doi.org/10.12973/EJMSTE/75231>
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62. <https://doi.org/10.1002/tea.10008>