

## Argümantasyon Temelli FeTeMM Etkinliklerinin Öğretmen Adaylarının Argümantasyon Becerilerine ve FeTeMM Yeterliklerine Etkisi

### The Effect of Argumentation-Based STEM Activities on Pre-service Teachers' Argumentation Skills and STEM Competencies

Zeynep Merve Oskay<sup>1</sup>, Gül Ünal Çoban<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sorumlu Yazar, MEB, Türkiye, zeynepmerveoskay@gmail.com, (<https://orcid.org/0000-0006-4382-3949>)

<sup>2</sup>Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, gulunalcoban@deu.edu.tr, (<https://orcid.org/0000-0143-0382>)

**Geliş Tarihi:** 22.02.2024

**Kabul Tarihi:** 08.05.2024

#### ÖZ

Kişilerin karmaşık dünya problemleri ve değişen teknolojilere ayak uydurabilmeleri için fen, teknoloji, mühendislik, matematik (FeTeMM) alanlarında disiplinler arası bir bakış açısına sahip olmaları kaçınılmazdır. Bu disiplinler arası bakış açısı araştırma-sorgulama sürecinden dolayısıyla argümantasyon sürecinden ayrı düşünülemez. Argümantasyon süreci kişilerin iddialarını veriler, gerekçeler, destekler, akıl yürütmeler kullanarak savunmaları ve karşı iddiaları kullandıkları çürütücüler ile eleştirip ortadan kaldırmaya çalıştıkları bir süreçtir. Bu çalışmada ortaya atılan Argümantasyon Temelli FeTeMM Modeli'ne uygun olarak hazırlanan etkinliklerinin öğretmen adaylarının argümantasyon becerilerine ve FeTeMM yeterliklerine etkisi incelenmiştir. İç içe karma desen ve yarı deneysel yöntemin kullanıldığı araştırmaya 91 4. sınıf fen bilimleri öğretmen adayı katılım sağlamıştır. Araştırma süreci 14 hafta sürmüştür. Araştırmada öğretmen adaylarının argümantasyon becerileri, ön test ve son test olarak uygulanan Bilimsel Argümantasyon Becerileri Testi (BABT) ile elde edilen verilerin bağımlı t testi ve bağımsız t testi ile analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucu Argümantasyon Temelli FeTeMM uygulamalarının öğretmen adaylarının argümantasyon becerilerini olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Uygulama sürecinin öğretmen adaylarının FeTeMM yeterliklerine etkisi, 12 hafta boyunca art arda yapılan 3 uygulama sonrası geliştirilen FeTeMM Yeterliği Değerlendirme Formu (FYDF)'ndan alınan puanlara göre değerlendirilmiştir. Tekrarlı ölçümler için tek faktörlü Varyans Analizi (ANOVA) ve karışık ölçümler için iki faktörlü Varyans Analizi (ANOVA) ile analiz edilen verilere göre Argümantasyon Temelli FeTeMM uygulamalarının FeTeMM yeterliğini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Argümantasyon Temelli FeTeMM, Argümantasyon Becerileri, FeTeMM Yeterlikleri, Öğretmen Adayları

## ABSTRACT

For individuals to adapt to complex global issues and evolving technologies, having an interdisciplinary perspective in the fields of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) is inevitable. This interdisciplinary approach is inseparable from the research-inquiry process and therefore, cannot be dissociated from the process of argumentation. The process of argumentation involves individuals defending their claims by using data, justifications, supports, reasoning, and refuting counterclaims with rebuttals, forming a process where they critique and attempt to resolve opposing views. In this study, the impact of activities prepared in line with the Argumentation-Based STEM Model proposed on the argumentation skills and STEM competencies of teacher candidates has been examined. In the study in which nested mixed design and quasi-experimental method were used, 91 4th grade pre-service science teachers participated. The research process extended over 14 weeks. Throughout this period, the argumentation skills of the teacher candidates were evaluated using the Pre- and Post-tests of the Scientific Argumentation Skills Test (SAST), and the data obtained were analyzed and evaluated using dependent t-tests and independent t-tests. As a result of the evaluation, it was observed that argumentation-based STEM applications positively influenced the argumentation skills of teacher candidates. The impact of the implementation process on the STEM competencies of teacher candidates was evaluated based on the scores obtained from the STEM Competency Assessment Form (SCAF), developed after three consecutive applications carried out over a period of 12 weeks. For repeated measurements, the one-way Analysis of Variance (ANOVA) and mixed-measures two-way ANOVA were used to analyze the data, suggesting that Argumentation-Based STEM applications had a positive effect on STEM competency.

**Keywords:** Argumentation-Based STEM, Argumentation Skills, STEM Competencies, Pre-service Teachers

## GİRİŞ

Fen bilimlerinde Dünya'yı anlamak ve karşılaşılan sorunları irdeleyerek problem durumunu ortaya koymak ve bu problemi ortadan kaldıracak işlevsel çözümler bulabilmek temel amaçtır. Günlük hayatımız giderek karmaşık problem odaklı ve teknoloji açısından zengin hale gelmektedir. Bireylerin çevreye uyum sağlayabilmeleri, hızla değişip gelişen günümüz dünyasına ayak uydurabilmeleri adına fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında disiplinler arası bilgi ve becerilerde uzmanlaşmaları kaçınılmaz görülmektedir (Taylor, 2016). Ülkelerin küresel ekonomide de yer edinme çabaları ülkelerin, eğitim politikalarını, öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık ve işbirlikli çalışma gibi becerilerini geliştirmelerine yardımcı olurken aynı zamanda endüstriyel ve teknolojik gelişmelerin sürdürülebilirliği için de temel rol oynayan FeTeMM eğitimi ön plana alacak şekilde düzenlemelerine neden olmuştur (Kelly ve Knowles, 2016). Ülkemizde de FeTeMM alanlarında yetişmiş insana olan ihtiyaç, çeşitli eğitim raporlarında ve Millî Eğitim Bakanlığı yol haritalarında vurgulanmaktadır (Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği [TÜSİAD], 2016; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2016). İçinde bulunulan bu durum geleceğin öğrencilerini bu önemli alanlarda yetiştirecek yetkin ve donanımlı öğretmenlere olan ihtiyacı kritik bir öneme taşımaktadır.

FeTeMM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünleşik öğrenilmesine hizmet eden, farklı disiplinlerin bir arada kullanıldığı, bireylerin bilhassa öğrencilerin farklı alanlarda uzmanlaşmasına imkân veren, bireyleri araştırmaya ve sorgulamaya yönelten bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Yıldırım, 2016). Fen konularının anlamlı ve kalıcı olarak yapılandırılarak öğrenilmesi ve günlük hayata transfer edilerek yaşam tarzı haline getirilmesi öğretim sürecinin en önemli çıktısıdır. Bu anlamda çeşitli becerilerin kazandırılması da oldukça önemlidir. Bu amaçla ülkemizde araştırma-sorgulama sürecinin 2013 ilköğretim fen bilimleri dersi öğretim programında temel alınması ile öğretim sürecine giren argümantasyon süreci ve bu sürece ait beceriler 2017 ve yapılan revizyonlarla 2018 yılında da öğretim yöntemlerinde yerini korurken öğrenme sürecindeki önemi vurgulanmıştır (MEB, 2013; 2017; 2018). Argümantasyon, bir şeyi iddialarla savunarak geçerliliği hakkında karşılıklı fikir

alışverişinde bulunulan, kişileri ikna etmek amacıyla veri, gerekçeler, akıl yürütmeler, destekler ve çürütmeleri kullanarak bir yandan iddiayı kabul ettirmeye çalışırken diğer yandan da karşı iddiayı eleştirip çürüterek gerçekleştirilen, içerisinde çok sayıda argüman bulunan yazılı ve sözlü bir süreçtir (Toulmin, 2000; Driver, Newton & Osborne, 2000; Kuhn & Franklin, 2006; Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007). Argümantasyon temelli öğretim süreçleri bilimsel düşünmeyi ve fen okuryazarlığını geliştirmesi açısından birçok fen eğitimcisi tarafından etkili bir yöntem olarak görülmektedir (Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2007; Jiménez-Aleixandre ve Erduran, 2007; Hiçde & Aktamış, 2023). Argümantasyon sürecinde yapılan sorgulama pratikleri sadece FeTeMM alanındaki diğer yeterlikleri kazandırmanın ana yolu değil aynı zamanda bilimsel sorgulama, mühendislik uygulamaları, dijital öğrenme vb. süreçleri de içeren kilit bir yeterlik olarak görülmektedir (Hu & Gou, 2021). Bu anlamda FeTeMM öğretim süreci boyunca yapılan sorgulama pratikleri argümantasyon sürecinden ayrı düşünülemez.

FeTeMM yaklaşımının kullanılması ile ilgili alan yazın incelendiğinde ; gerek etkinlik geliştirmede gerekse ders planı hazırlamada proje tabanlı öğrenme, yaratıcı drama, 5E öğrenme modeli, tam öğrenme modeli gibi oldukça farklı öğretim metotları ile kullanıldığı görülmektedir (Capraro, Capraro & Morgan, 2013; Dass, 2015; Han, Capraro & Capraro, 2015; Özsoy, 2017; Yıldırım & Selvi, 2017). Bu anlamda FeTeMM eğitiminin etkililiğinin artırılması adına kullanılması gereken öğretim yöntemlerinden biri de argümantasyon yöntemidir. Argümantasyon, FeTeMM eğitimi disiplinlerinden hem fen hem de matematik disiplinlerine ait birçok beceriyi desteklemektedir (Demircioğlu ve Uçar, 2014). Argümantasyon süreci, fen derslerinde eleştirel düşünme, üst düzey akıl yürütme ve karar verme becerilerinin gelişime; matematik dersinde ise kuramlara ilişkin denklemlerin ve tahminlerin anlaşılmasına, iddialar oluşturulmasına, geliştirilen bu iddiaların gerekçelendirilmesine, bunlara eleştirel gözle bakarak gelen dönütlerle geliştirilen iddiaların değiştirilmesine ve böylece matematikle ilgili yeni anlayışlar geliştirilmesine olumlu katkıda bulunmaktadır (Zhou & Wu, 2010). Ayrıca argümantasyonun FeTeMM eğitiminde yer alan mühendislik ve teknoloji alanları için başvurulması gereken bir yöntem olması gerektiği vurgulanmaktadır (Mathis, Siverling, Glancy, Guzey & Moore, 2016). Argümantasyon özellikle mühendislik alanında kullanılabilecek en etkili yöntemlerden biridir. Bunun nedeni mühendisliğin, - farkında olmadan- belirlenen problem için belirtilen ihtiyaçlara ve sınırlılıklara göre çözüm ortaya koyabilmek ya da tasarımların haklılığını savunmak için argümanlara başvuran bir süreç olmasıdır (Ball, Beckett & Isaacson, 2015). Bu bağlamda ileri sürülen bu sebep ve avantajlardan ötürü çalışmada FeTeMM eğitim amaçları doğrultusunda FeTeMM'in etkililiğini artırmak için argümantasyon yöntemi ile entegre edilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. FeTeMM ve argümantasyon sürecinin birleştirildiği farklı yaş gruplarına ait çalışmalarında Mathis ve diğerleri'nin (2016) ortaokul öğrencileriyle FeTeMM entegrasyonunda oluşturdukları kanıta dayalı akıl yürütmeleri, Yıldırım ve Türk (2018) sınıf öğretmeni öğretmen adaylarının FeTeMM'e yönelik görüşlerini, Bayar (2018) ortaokul öğrencilerinin yaratıcılık, FeTeMM tutumu, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerine olan etkisini, Uçar (2019) yine ortaokul öğrencilerinin güneş sistemi konusunda akademik başarılarını, tutumlarını eleştirel düşünme becerilerini ve FeTeMM kariyer ilgilerine etkisini, Gülseven, Tüysüz ve Tozlu (2021), ortaokul öğrencilerinin kuvvet hareket ünitesine yönelik akademik başarılarını, tutumlarını ve argümantasyon seviyelerine etkisini, Ekici (2022) fen bilimleri öğretmen adaylarının FeTeMM odaklı argümantasyon becerilerini, Bahar (2023) 6. Sınıf öğrencilerinin madde ve ısı konusundaki akademik başarılarına, girişimciliklerine ve motivasyonlarına etkisini incelediği bir çok çalışma yapıldığı görülmektedir. Ancak argümantasyon destekli FeTeMM eğitiminin yürütüldüğü çalışmaların sınırlı sayıda ve daha çok ortaokul düzeyinde olduğu görülmektedir (Gülen, 2016; Baydar ve Acar, 2018; Uçar, 2019).

Alan yazın FeTeMM yeterlikleri konusu incelendiğinde ise; yapılan uluslararası çalışmalarda yeterlikleri belirlemek amacıyla fen ve matematik puanlarının korelasyonunun kullanıldığı görülmektedir. Bu anlamdaki değerlendirme boşluğuna dikkat çeken Saxton vd. (2014) ortak FeTeMM ölçme sisteminin geliştirilmesi üzerine çalışmışlardır. FeTeMM

boyutlarını ve bunlar arasındaki ilişkinin önemini ortaya koydukları çalışmalarında değerlendirme aracı sunmadan teorik bir değerlendirme sistemini kavramsallaştırmışlardır. Hawell vd. (2015) ise; mühendisliği bir araç olarak kullanarak fen, matematik ve teknoloji becerilerini ölçmüşlerdir. Bunların yanı sıra FeTeMM yeterlikleri ile ilgili olarak hem uluslararası hem de ulusal çalışmalar mevcuttur (Arslanhan, 2019; Öztürk, Yılmaz Tüzün, Çakır Yıldırım, 2019; Gülpınar, 2019; Nga vd. 2022; Trung vd. 2022; Arıkan vd. 2022; Arıkan vd. 2023). Bu çalışmalarda araştırmacılar öz yeterlik algıları üzerinde çalışmışlardır. Arslanhan (2019) yapmış olduğu çalışmada, öğretmen adaylarının FeTeMM alanlarına ait yetkinlik algısını değerlendirmiş ve tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının FeTeMM yetkinlik algısı düzeylerinin önemli oranda geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Öztürk, vd. (2019), Fen bilimleri ve okulöncesi öğretmen adaylarıyla yaptıkları çalışmalarında öğretmen adaylarının FeTeMM öz yeterliklerini Tekkaya, Çakıroğlu ve Özkan tarafından revize edilen STEBI-B ölçeği ile değerlendirmişler ve yapılan grup çalışmaları sonucunda öğretmen adaylarının öz yeterlik anlayışlarında bir artış gözlemlenmiştir. Gülpınar (2019), fen bilimleri öğretmen ve öğretmen adaylarının FeTeMM'e yönelik farkındalık tutum ve görüşlerini belirlemek amacıyla yapmış olduğu çalışmada fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarının FeTeMM konusunda kendilerini yeterli görmedikleri görülmüştür. Nga vd. (2022) ve Trung vd. (2022) ise lise öğrencilerinin FeTeMM yeterliklerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Arıkan vd. (2020; 2023) ise FeTeMM yeterlikleri ile ilgili olarak 8. ve 4. Sınıflar düzeyine uygun bir değerlendirme çerçevesi geliştirerek bu çerçeve temelinde geliştirdikleri ölçme aracının geçerlik ve güvenilirliğine dair geçerlik ve güvenilirlik kanıtlarını sunmuşlardır. Nichols, Musofer & Haynes (2022) çalışmalarında sorgulamaya/tartışmaya yönelik ortamlarda yapılan uygulamaların FeTeMM yeterliklerini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuşlardır. Ancak sorgulama içerikli çalışmalar yolu ile yeterliklerin desteklenmeye ve bu süreçlerin yeterliklere nasıl katkıda bulunduğu konusunda daha fazla ve daha kasıtlı araştırmalara ihtiyaç vardır (Nichols, Musofer & Haynes, 2022)

Bu çalışmalar incelendiğinde Argümantasyon ve FeTeMM sürecini birleştirecek bir model oluşturmak suretiyle fen bilimleri öğretmen adaylarının argümantasyon becerilerini ve FeTeMM yeterliklerini irdeleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle Argümantasyon Temelli FeTeMM Modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen bu model bir sonraki bölümde ayrıntılı şekilde anlatılmıştır.

### **1.1. Argümantasyon Temelli FeTeMM Uygulamaları**

“Argümantasyon Temelli FeTeMM” yapılan alan yazın taraması sonrasında fark edilen eksiklik sonucunda argümantasyon ve FeTeMM sürecinin birbiri içerisine entegre edilmesi sonucunda yazarlar tarafından oluşturulmuş ve alana eğitime katkıda bulunması beklenen bir modeldir (Şekil 1). Alan yazın incelendiğinde, FeTeMM yaklaşımının argümantasyon yöntemi ile entegre edilmesine yönelik çalışmaların daha çok küçük gruplara uygulanması ve müfredata göre bir ünite konusu ile sınırlandırılmış ve kapalı uçlu sorulardan oluştuğu görülmüştür. Öğrencilere sorulan sorular daha çok tüm malzemeleri verilen bir deney tasarımından ve verilen malzemelerle yapılan maketlerden oluşmaktadır. Argümantasyonla olan ilişkileri ise verilen kanıtların izlenmesi ya da seçilmesi ile yapılmıştır. İncelenen araştırmalarda argümantasyon süreci ile FeTeMM yaklaşımını mühendislik tasarım süreci içerisine entegre eden herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Argümantasyon Temelli FeTeMM Modeli süreci bir yaşam (gerçek hayat) problemi ile başlar. Öğretmen adayı ilk olarak çalışma kâğıdı yönergesi ile bu problem durumu ile ilgili daha önce bildiklerini (ön bilgilerini) harekete geçirerek, sahip olduğu bilgilerle durum arasındaki ilişkileri (benzerlik-farklılık vs.) değerlendirerek bir tahminde, varsayımda bulunur. Bulunulan bu varsayım, problem durumunu belirtirken varsayıma kadar geçen süreç FeTeMM 'in ilk aşaması olan *problemin/ihtiyacın tanımlanması*dır. Öğretmen adayı bir sonraki basamakta belirlenen problem için ortaya attığı varsayımlarla geçici bir cevap ya da çözüm önerileri üretme

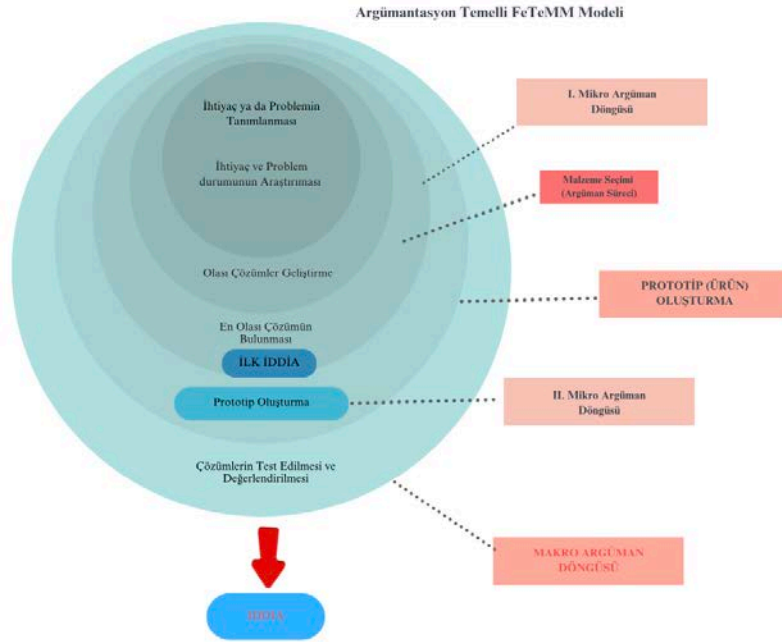
aşamasına girer. Sahip olduğu bilgileri göz önünde bulundurarak problem durumunu çözebileceğini düşündüğü bir çözüm önerisi, hipotez ortaya atar. Ortaya koyduğu bu çözüm, kişiyi bu çözümün durum için ne kadar uygun olduğu konusunda bir arayışa sürükler ve bu arayış araştırma sürecini başlatır. Bu şekilde bir araştırma süreci ve bu sürecin yürütülmesi başlamış olur. Öğrenci, bu araştırma süreci ile FeTeMM'in 2. mühendislik tasarım aşaması olan *problemi /ihtiyacı araştırma* basamağını yürütür. Araştırmayı yürütme sırasında belirlediği ve incelediği değişkenlerle ilgili veriler toplar ve bu verileri belirlenen değişkenlerle ilişkilendiren bir desen (zihinsel model) oluşturacak şekilde analiz ederek ortaya bir model atar. Öğretmen adayı oluşturduğu bu modelden yola çıkarak iddialarını ortaya atmadan önce toplamış olduğu verileri (amacına yönelik belirlediği kriterlere uygun olarak) süzgeçten geçirerek kanıtları toplar. Bu kanıtlar, verilerden gözlemler ve ölçümler sonucu elde edilen ve öne sürülecek iddiaların uygunluğunu destekleyen yapılarıdır. Kanıtlar ve sahip olunan bilgiler (ki bunlar Toulmin modelinin *veri* aşamasını belirtmektedir) Toulmin'in argüman şemasında bulunması gerektiğini savunduğu gerekçe, destekleyici, niteleyici ve çürütücülerden oluşan düşünme sürecinde işlenerek ortaya iddialar atılır. Bu süreç FeTeMM mühendislik tasarım sürecinin 3. basamağı olan *çözümler geliştirme* basamağını karşılamaktadır. Toulmin şemasına göre yapılan bu değerlendirme sonucunda öğrenci ortaya problem durumu çözümü için gerekçelendirilmiş iddialar atar. Problem durumunu ortadan kaldırmak için ortaya attığı bu iddialar arasından amacına en uygun olanı bir ürün elde etmek üzere seçer. Oluşturulan iddialar arasından probleme en iyi çözüm olacağını düşündüğü iddiayı seçmesi durumu FeTeMM mühendislik tasarım süreçlerinin 4.sü olan *en olası çözümü seçme* aşamasını karşılamaktadır. Öğrenci bundan sonraki aşamada şimdide dek daha çok bilişsel (düşünsel) olan fikrini somut şekilde ortaya koyma şansına sahip olur. FeTeMM mühendislik tasarım süreçlerinden 5.si olan *prototip geliştirme* aşamasında öğrenci, öncelikle ortaya koyacağı prototipin genel özelliklerini belirler ve kendine en olası çözüm için getirdiği açıklamaya uygun bir sınırlama getirir. Kullanılacak malzemeden, ürünün neye benzemesini istediğine kadar bir seri soruya *mikro argümanlar* yaparak yanıtlar bulur ve bu yanıtlarını prototipi üzerinde hayata geçirir. Dilediği tüm uygulamaları deneyerek son halini verdiği prototipi FeTeMM mühendislik tasarım sürecinin son basamağı olan *test etme ve değerlendirme* aşamasında test eder ve ürünü kendi içerisinde değerlendirir. Ancak sonuca (son iddia) ulaşılmadan önce öğrenciler, belirlenen sorularla problem durumu ile başlayarak tüm sürecin ve ürünün birlikte bir değerlendirmesini yaparlar. Bu basamakta yapılan *makro argümantasyon* ile öğrenci problemini açıkladığını düşündüğü son iddiasını ortaya atar ve büyük grup tartışması için hazır hale gelir.

Argümantasyon Temelli FeTeMM Modeli argümantasyon temeline dayanması nedeniyle her bir aşamasında argüman sürecinin yaşandığı, kişilerin sorularla argümana yönlendirildiği bir modeldir. Modelde, argüman döngüleriyle birçok kez iddialar ortaya atmakta bunları veri, destekleyici, nitelendirici, çürütücü gibi bileşenlerle bir argümantasyon süreci ile sonuca bağlamaktadırlar. Verilen problem durumuyla ilgili olarak ihtiyaç ya da problemin tanımlanması, araştırılması ve olası çözümlerin geliştirilmesi basamaklarında bir argüman döngüsü yaşanırken (I. Mikro Argüman Döngüsü) aynı zamanda olası çözümlerin bulunması basamağında çeşitli malzemelerin seçilmesi, kullanılması ve uygunluğu ile ilgili olarak bir argüman süreci daha yaşanmaktadır. Prototip oluşturma basamağında ise prototipe son halinin verilene kadarki süreçte kullanılan malzemeleri, prototipin çalışması-çalışmaması nedenleri, çalışıyorsa başlangıçta kişiler tarafından belirlenen kriterlere uygun olup olmadığı, iş görürlüğü ile ilgili bir argüman süreci daha yaşanmaktadır (II. Mikro Argüman Döngüsü). Modelde bulunan her bir argüman döngüsüne ait iddia, o argüman döngüsüne ait araştırma hipotezlerini ifade etmektedir. En son aşamada birçok defa test edilen prototipin değerlendirilmesi aşamasında ise gruplar kendi küçük değerlendirme süreçlerini içerisinde de tüm ürünlerin değerlendirilmesinin yapıldığı büyük grup tartışması sırasında da ürün ve çalışması ile ilgili olarak argümanlar oluşturur (Makro Argüman Döngüsü). Bu son argüman sürecinden (Makro Argüman Döngüsü) sonra ise başlangıçta verilen problem durumuna yönelik olarak ortaya atılmış ve argümanlarla belirli bir noktaya taşınmış olan iddialar-araştırma soruları (hipotezler)- sonucu yapılan çalışmalarla bir çözüm olan ana iddia

ortaya atılır. Başlangıçta problem durumu için ortaya atılan iddia farklı argümanlar yapılan prototip oluşturma ve denemeler sonucunda problemin çözümünü olan ana iddiayı oluşturmaktadır. Yani problemin nasıl çözüleceğine dair bir iddia ortaya atılmış olur. Argümantasyon temelli bu model aşağıda Şekil 1.'de verilmiştir.

## Şekil 1

### Argümantasyon Temelli FeTeMM Modeli



Düşünen, ortaya attığı düşüncesini (iddiasını) kanıtlarla veriler arasında ilişkiler kurarak bunları oluşabilecek şartlarla amaçları ışığında destekleyen, düşüncesi ve amacı ışığında uygun ilkelere ulaşabilen, şartlara uygun olmayan durumları göz önünde bulundurarak olayı bir bütün halinde ortaya koyan ve gerektiğinde aksayan yanları için çözüm üretebilen ve aynı zamanda içerisinde bir ürün (teknoloji) üretme, dolayısıyla da kaçınılmaz olarak bir mühendislik süreci içeren yeni bir uygulama ortaya koyma gereği oluşmuştur. Neyi, nasıl, ne amaçla ve ne kullanarak yaptığının (ürettiğinin) farkında olarak bu ürün üretme sürecini kendi bilişsel yapısına uygun şekilde ortaya koyabilecek uygulamanın Argümantasyon Temelli FeTeMM yaklaşımı olduğunu düşündürmektedir. Argümantasyon Temelli FeTeMM sürecinin öğrencilerin alanlara ait bilgilerini, becerilerini ve yeteneklerini birleştirerek hem bilişsel hem duyuşsal hem de psikomotor alanlarda bir bütün olarak gelişimlerine de hizmet edeceği düşünülmektedir.

Zemelman, Daniels ve Hyde (2005), STEM disiplinlerinin başarılı bir şekilde entegrasyonunun yapılabilmesi için FeTeMM uygulamasında olması gereken en önemli on özelliği (1) irdelenen nesnelerin ve kavramların farklı şekil ve kalıplarının somutlaştırılması ve uygulamalı öğrenmenin kullanılması, (2) işbirlikli öğrenmeye ortam hazırlaması, (3) süreçte tartışma ve sorgulama yapılması, (4) soru sorma ve varsayımlara yer verilmesi, (5) fikirlerin gerekçelendirilmesi, (6) problem çözüme ve yansıtma için yazma, (7) problem çözüme yaklaşımının kullanılması, (8) teknolojinin entegre edilmesi, (9) öğretmenin kolaylaştırıcı yaklaşımı, ve (10) değerlendirmenin öğretimin bir parçası olması olarak belirtmişlerdir. Argümantasyon Temelli FeTeMM Modeli prototip oluşturma aşamasında ve oluşturma aşaması sürecinde yapılan deneme yanımlar uygulamalı öğrenmeye hizmet etmektedir. Kişilerin gruplarla halinde çalışmalarını ve

prototip oluşturma sürecinde gerek sürecin doğal akışı bu yönde olduğu için gerek çalışma kağıdında sorulan sorularla tartışma ve sorgulama yapmaya yönlendirilmeleri, bu süreci işletirken her bir aşamada (iddiayı oluşturma, malzemeleri seçme vb.) çeşitli varsayımlarda bulunmaları, fikirlerini gerekçeleriyle ortaya koymaları gerekmektedir. Aynı zamanda gerçek hayat problemi olarak sunulan bir durumu bir prototip ile çözmeye çalışmaları ve bu süreçte problemlerini belirten ilk iddialarını ortaya atma süreçleri kendilerini problem çözme sürecine ve teknolojik entegrasyon yapmaya sevk etmekte, problem durumuna dair yazmaya yöneltmektedir. Modele ve modelle ilişkili çalışma kağıtları ile her üretim süreci sonunda yapılan grup tartışması değerlendirmeyi öğretimin bir parçası yapmaktadır. Modelin sağladığı bu durumlar Zemelman ve arkadaşlarının (2005) olması gerektiğini vurguladıkları FeTeMM uygulama özelliklerinin tümüne yanıt vermektedir. Duschl ve Grandy (2013)'in de vurgulamış oldukları gibi ilkeler ve bilimin doğası ne biliyoruz ve nasıl biliyoruz hakkındaki anlayışlarını geliştirmek için öğrencilere gerekli uygulama ortamının sağlanması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu anlamda da FeTeMM Temelli Argümantasyon uygulamalarında öğrencilerin içerik bilgisinin yanı sıra neyi, nasıl, hangi amaçla yaptığı bilinci ve farkındalığını da oluşturabilir niteliktedir.

Bu makalenin amacı, “Argümantasyon temelli FeTeMM Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının argümantasyon becerilerine etkisi nasıldır?” ve “Argümantasyon temelli FeTeMM Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının FeTeMM yeterliklerine olan etkisi nasıldır?” sorularını araştırmaktır. Argümantasyon temelli etkinlikler, kişilere FeTeMM konularında fikirlerini savunma, mantıklı bir şekilde düşünme ve kanıtlar sunma becerilerini geliştirmelerine olanak sağlayacaktır. Bu çalışma, geleceğin öğrencilerini bu önemli alanlarda (FeTeMM) yetiştirecek yetkin ve donanımlı öğretmenlere olan kritik ihtiyaca yönelik öğretmen adaylarının argümantasyon ve FeTeMM yeterlikleri ile ilgili becerileri edinmelerine ve geliştirmelerine yardımcı olmak açısından oldukça önemlidir.

## YÖNTEM

Bu araştırmanın amacı, Argümantasyon Temelli FeTeMM uygulamalarının öğretmen adaylarının argümantasyon becerileri ve FeTeMM Yeterlikleri üzerindeki etkisini belirlemektir. Araştırmada nitel ve nicel verilerin derlenmesine dayanarak sonuçların çıkarıldığı iç içe karma desen kullanılmıştır (Creswell vd., 2009). Araştırma amacına yönelik olarak bu desene uygun şekilde deneysel desenin unsurlarını desteklemek amacıyla nitel bir aşama nicel bir deneyin içerisine gömülü olarak kullanılmıştır [NİCEL (+ nitel)]. Araştırmanın deneysel kısmında yarı deneysel desen kullanılmış ve seçkisiz olarak atanan deney ve kontrol gruplarında yapılan uygulamaların öğretmen adaylarının argümantasyon becerileri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Argümantasyon Temelli FeTeMM uygulamalarının öğretmen adaylarının FeTeMM Yeterlikleri üzerindeki etkinin incelenmesi için rastgele belirlenen deney ve kontrol gruplarından küçük gruplar oluşturulmuştur.

Deney grubu olan Argümantasyon Temelli FeTeMM Uygulamaları gruplarında süreç, argümantasyon bileşenlerinin mühendislik tasarım basamaklarıyla kaynaştırıldığı Argümantasyon Temelli FeTeMM uygulama sorularıyla işletilirken kontrol grubu olan FeTeMM Uygulamaları gruplarında ise aynı problem durumu yalnızca mühendislik tasarım süreci basamaklarıyla işletilmiştir. Gruplara uygulama başında ve sonunda Bilimsel Argümantasyon Becerileri Testi uygulanmıştır. Ön test ve son testten elde edilen veriler bağımlı ve bağımsız t testleri ile analiz edilmiştir. Aynı zamanda deney ve kontrol büyük gruplarından oluşturulmuş küçük gruplar, 12 hafta süren araştırma süresince üç ayrı problem durumuna dair çözümler belirleyerek çözümlerine uygun prototipler geliştirmişlerdir. Gruplar tarafından geliştirilen prototipler (ürün) ve prototip geliştirme süreci (süreç) her uygulama sonrası yapılan büyük grup tartışması sırasında alanında uzman iki fen eğitimcisi tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirme, araştırmacı tarafından geliştirilen FeTeMM Yeterlik Değerlendirme Formu

(FYDF) ile yapılmıştır. Formdan elde edilen sayısallaştırılmış veriler, tekrarlı ölçümler için tek faktörlü Varyans Analizi ve karışık ölçümler için iki faktörlü Varyans Analizi ile analiz edilmiştir.

## 2.1.Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu 2018-2019 eğitim öğretim yılı bahar döneminde bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan 91 4. Sınıf öğrencisi Fen Bilgisi Öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada araştırılan grup ve alanlar ile ilgili etkinin doğru bir şekilde analiz edilebilmesi adına örnekleme yöntemi olarak amaçlı örnekleme tercih edilmiştir (Fraenkel ve Wallen, 2003). Araştırmada yer alan büyük gruplar olan deney ve kontrol grupları daha önce oluşturulmuş iki şube (A ve B şubeleri) arasından rastgele atanmıştır. Belirlenen bu gruplar kendi içlerinde 10'ar küçük gruba ayrılarak uygulamalara katılmıştır.

**Tablo 1**

### *Çalışma Grupları*

Gruplar	Uygulama Türleri	Uygulamaya Katılan Öğretmen Adayı Sayısı	Oluşturulan Grup Sayısı
<b>Deney Grubu</b>	Argümantasyon Temelli FeTeMM Uygulamaları	43	10
<b>Kontrol Grubu</b>	FeTeMM Uygulamaları	48	10
<b>Toplam</b>		91	20

### 2.1.1. Çalışma Kağıtlarının Hazırlanması ve Denel İşlem Süreci

Araştırma uygulaması, “Fen Eğitiminde Araştırmalar” dersi kapsamında şubat ayının üçüncü haftası ön test ile başlayıp mayıs ayının üçüncü haftası son test ile biten 14 haftalık bir süreci kapsamaktadır. İlk ve son haftalarda Bilimsel Argümantasyon Becerileri Testi ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Uygulama araştırmacı tarafından yapılmış, deney ve kontrol grubu dersleri 2’şer saatlik ders blokları halinde toplam 24 ders saati süresince devam etmiştir. Uygulama süreci boyunca farklı konularda araştırmalar yapabilecekleri toplam üç etkinlik 4’er hafta olacak şekilde toplam 12 hafta gerçekleştirilmiştir. Süreç boyunca öğretmen adayları grup çalışmalarını derslerin dışında da sürdürmüş; hazırladıklarını, prototiplerinin oluşturulmasını ve çalışırılığını test etme sürecini ders sonrasında da devam ettirmişlerdir. Çalışmada, deney ve kontrol gruplarına birden fazla çözümü bulunabilecek aynı problem durumu verilmiş ve gruplara yönelik hazırlanmış çalışma kağıtlarıyla uygulama sürecini yürütmeleri istenmiştir. Her bir grup için hazırlanan çalışma kağıtlarının hazırlanmasında iki alan uzmanından görüşler alınmış ve alınan öneriler doğrultusunda revize edilmiştir.

Araştırmanın kontrol grubunu oluşturan FeTeMM uygulamaları grubuna uygulamalar öncesinde FeTeMM ve mühendislik tasarım basamakları ile ilgili bilgilendirme yapılmıştır. Yapılan bu açıklamalar dışında herhangi bir yönlendirme olmaksızın süreç, yalnızca mühendislik tasarım sürecini işletmeleri yönünde kendilerini yönlendirmeye odaklı sorular ışığında ilerletilmiştir. Kontrol grubu çalışma kağıtlarında mühendislik tasarım sürecine ait her bir basamak herhangi bir gerekçe, veri, bilgi, sınırlayıcı ve çürütücü durum sorulmaksızın öğretmen adaylarının yazılı olmaksızın geçirdikleri zihinsel süreç sonucu ulaştıkları çıkarımları yazmaları istenmiştir. Deney grubu olan Argümantasyon Temelli FeTeMM grubuna kontrol grubuna ise; uygulamalar öncesi FeTeMM, mühendislik tasarım basamakları ve argümantasyon ile ilgili bilgilendirmeler yapılmış bunun yanı sıra öğretmen adaylarına argüman bileşenleri ile ilgili bilgiler içeren notlar yazılı olarak verilmiştir. Deney grubunda uygulama süreci Toulmin’in argümantasyon bileşenleri ile entegre edilmiş mühendislik tasarım süreci basamaklarını kapsayacak soruların entegre edildiği çalışma kâğıtları ile gerçekleştirilmiştir. Deney grubu



çalışma kağıtlarında yapacakları prototipe karar verme aşamasında en iyi çözümün bulunmasında, malzeme seçiminde ve prototipin değerlendirilmesinde argümantasyon bileşenlerini içeren sorulara yer verilmiş cevaplanmaları istenmiştir. Deney ve kontrol gruplarında yapılan uygulamaların farkını ortaya koymak adına argüman temelli FeTeMM (deney) ve FeTeMM (kontrol) gruplarına ait çalışma kağıtlarından kesitler Ek 2’de verilmiştir. Çalışma kağıtlarındaki yönlendirmenin yanı sıra araştırmacı her grubu gözlemiş ve çeşitli aşamalarda argüman sürecine dahil olmuştur. Dahil olduğu aşamalarda argüman bileşenlerine yönlendirici vurgularda bulunmuş, ona yönelik sorular sormuştur.

Deney ve kontrol gruplarında yapılan uygulamalar sonucunda problem durumlarını yönelik olarak hazırlanan prototipler, hep prototip için tartışma ve değerlendirme süreci olarak belirlenen son derslerde yapılan büyük grup tartışması sırasında FYDF kullanılarak gruplar iki alan uzmanı tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirme hem ürün hem de sürece yönelik olarak yapılmıştır.

## **2.2. Veri Toplama Araçları**

Araştırma kapsamında argümantasyon becerilerini belirlemek amacıyla ön ve son test olarak Bilimsel Argümantasyon Becerileri Test (BAPT) ve uygulama sürecinin öğretmen adaylarının FeTeMM yeterliklerine etkisinin incelenmesi amacıyla FeTeMM Yeterliği Değerlendirme Formu araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Çalışmada kullanılan çalışma kağıtları ve Argümantasyon Becerileri Testi ölçeğine ait gerekli izin Dokuz Eylül Üniversitesi Etik Kurulu’nun 22.02.2018 tarihli ve 02/10 sayılı kararı ile alınmıştır.

### **2.2.1. Bilimsel Argümantasyon Becerileri Testi (BAPT)**

Araştırmada kullanılan Argümantasyon Becerileri Testi öğretmen adaylarının argümantasyon becerilerini ölçmek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilmiş, 6 bölüm ve 25 maddeden oluşmuş bir testtir. Test uygulama sürecinin ilk haftası ve son haftasında öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Testin yapısal geçerliği, faktör analizi, madde gücü ve ayırt ediciliği incelenmiş olup testin yapı geçerliliğine sahip, kolay, orta ve zor maddelerin bulunduğu orta güçlüğe yakın ( $p=0.66$ ) ve yüksek ayırtıcılıkta ( $r_{xx}= 0.474$ ) bir test olup KR20 güvenirlik katsayısı .851 (yüksek güvenirlikli) olduğu bulunmuştur.

Argümantasyon becerilerine yönelik yapılan birçok araştırmada araştırmacılar seçtikleri modellere ait bileşenlerin argümantasyon sürecinde işe koşulup koşulmadığına dikkat etmişler, ortaya çıkan argümanları ve kişilerin argümantasyon becerilerini bu şekilde değerlendirmişlerdir. (Acar, 2008; Sampson ve Blanchard, 2012; Kaya, Çetin ve Erduran, 2014; Yapıcıoğlu, 2016). Kişilerin sahip oldukları argümantasyon becerilerinin tam olarak ortaya konulabilmesi ve hatta geliştirilebilmesi için öncelikle argümantasyon sürecinin oluşmasına yardımcı olan argümantasyona ait bileşenlerin özellikleri ile birlikte tanınması ve diğer olası benzer kavramlardan ayrılması gerekmektedir. Bu nedenle araştırmanın temellerinden biri olarak seçilen Toulmin Argüman Modeline uygun olarak Frey, Ellis, Bulgren, Hare ve Ault (2015) tarafından ortaokul öğrencileri için geliştirilmiş olan Bilimsel Argümantasyon Becerileri Testi (BAPT)’nden yola çıkılarak yeni bir test olan Argümantasyon Becerileri Testi geliştirilmiştir. Hazırlanan testte Toulmin Argümantasyon Modeli’ne ait her bir bileşen ve bu bileşenle karıştırılması muhtemel görülen kavramlar Bilimsel Argümantasyon Becerileri Testi’de olduğu gibi öncelikle özellikleri ile tanımlanmıştır. Ardından her bir bölümde değinilen bileşene ait ifadeler verilmiş ve öğretmen adaylarından doğru buldukları ifadeleri verilen yönergelerle uygun olarak belirlemeleri istenmiştir. Testin ilk bölümünde öğretmen adaylarının verilen bilimsel ifadenin iddia/olgu/düşünce/veri kavramlarına ait özelliğinden hangisini gösterdiğini belirlemeleri; ikinci bölümünde argümanın sınırlarını belirleyen niteleyici/sınırlayıcı ifadeleri ayırt edebilmeleri; üçüncü bölümünde iddia ile iddia olmayan ifadeleri birbirinden ayırmaları; dördüncü bölümünde iddialarına oluşturdukları otorite/mantık/teori dayanakları belirlemeleri; beşinci bölümünde verilen iddialara ait çürütme veya karşıt argümanları bulmaları istenmiştir. En son bölümde ise ilk beş bölümde ayırdının sağlanması ve üzerinde düşünülmesi istenen argüman

bileşenlerini içeren bilimsel ifadeler verilerek oluşturulan bu argümanların güçlü ya da zayıf olma durumlarını irdelemeleri beklenmiştir. Toulmin argümantasyon modeli bileşenleri temel alınarak oluşturulan testte ilk 4 bölüm (İddia-Olgu-Düşünce-Veri, Niteleyici-Sınırlayıcı, İddia, Otorite-Mantık-Teori) verilen cevaplar doğrusa 1 puan; yanlışsa 0 puan verilerek 0-1 üzerinden değerlendirilmiş, 5. ve 6. Bölümler (Çürütme-Karşıt iddia ve Güçlü-Zayıf Argüman) ise; literatürde de bahsedildiği (Erduran, 2007) gibi zorluklarından dolayı doğrusa 2 puan; yanlışsa 0 puan verilerek 0-2 üzerinden değerlendirilmiştir. Testin tüm bölümlerinden alınan toplam puan kişilerin puanı olarak belirlenmiştir.

### 2.2.2. FeTeMM Yeterlik Değerlendirme Formu (FYDF)

FeTeMM Değerlendirme Formu (FYDF), yapılan uygulamaların deney ve kontrol gruplarında bulunan öğretmen adaylarının FeTeMM Yeterliklerine etkisini belirlemek üzere araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. FYDF'nin geliştirme sürecinde, FeTeMM ve FeTeMM yeterlikleri konularında alan taraması yapılarak alt boyutlar belirlenmiştir. Değerlendirme formu iki uzman alan araştırmacısı tarafından incelenmiş ve gerekli düzeltmeler yapılarak son hali verilmiştir.

FYDF, çalışma kâğıtlarına paralel şekilde ürünü ve süreci birlikte değerlendirecek şekilde oluşturulmuştur. FeTeMM araştırma basamakları ve bilimsel süreç becerilerine uygun olarak hazırlanan değerlendirme formu üç ana başlık ve bu başlıklarla ilişkili yeterlik alt boyutlarından oluşmaktadır. Yeterlik alt boyutları, sürecin ana hatlarını ortaya koyacak şekilde dördü Hazırlık Aşaması, dördü Uygulama ve beşi Prototip kriterden oluşan Uygulama ve Prototip Oluşturma ve ikisi ise; Tamamlama ve Paylaşma olmak üzere toplam on beş kriterden oluşmaktadır.

Hazırlık aşaması boyutunun ilk basamağında problem durumunun ve değişkenlerin belirlenmesinin ardından ortaya konulacak olası tasarıma ait ölçülebilir kriterlerin belirlenmesi değerlendirilmiştir. Aynı zamanda grupların ortaya koydukları tasarımlar ve tasarım süreci ile ilgili sınırlılıkları fark etmeleri, ortaya konulacak çözüm önerilerinin sınırlarının belirlenmesinde önemli bir kıstastır. Yapılan tüm bu hazırlıklar sonrası çözüme yönelik uygun oluşturulabilecek prototip tasarımlarının ortaya konularak seçimin daha önce belirlenen ölçüt ve sınırlılıklarla yapılacak değerlendirme sonrasında içlerinden en iyi çözüme ait prototip seçilmesine olanak sağlamaktadır. Uygulama ve Prototip Oluşturma boyutunun ilk basamağı olan Uygulama basamağında, belirlenen tasarımlara uygun denemelerin değişkenler göz önünde bulundurulurken amaca uygun ve yeterli sayıda yapılması ve toplanan verilerin değerlendirilmesi ile elde edilen veriler en uygun seçimin yapılması değerlendirilmiştir. Uygulama alt boyutu sonucunda seçilen en uygun çözüm tasarımına göre prototipin oluşturulması, prototip oluşturma sürecinde kullanılan malzemeler, sürecin diğer alanlarla (Fen, Teknoloji, Matematik, Mühendislik) olan ilişkisi, prototiple belirlenen kriterlere uygun olarak yapılan denemelerin değerlendirilmesi prototipin olası eksikliklerin belirlenerek revize edilmesine yönelik değerlendirmeler ise prototip alt boyutunda incelenmiştir. Son olarak tasarım süreci oluşturulan prototipin ve açığa çıkan maliyet tablosu büyük grup tartışmaları ile irdelenmiştir.

Değerlendirmeler, her uygulama sonrası küçük gruplar bazında, araştırmacı ve alan uzmanı olmak üzere iki puanlayıcı tarafından yapılmıştır. Tüm bu değerlendirme sürecinde alt boyut ve bu boyutlara ait basamaklar, 1-3 arasında; yetersiz (1), kısmen (2) ve iyi (3) olacak şekilde puanlanmıştır. Her bir alt basamak (kriter) için alınabilecek en düşük değer 1 iken yüksek puan 3'tür.

Aşağıda FYDF'nun ilk aşaması ve alt boyutları verilmiştir.

**Tablo 3***FYDF'a Ait Hazırlık Aşaması ve Alt Boyutları*

FeTeMM ARAŞTIRMA BASAMAKLA RI (YETERLİKLE R)	Yeterlik Alt Boyutları	Yetersiz (1 puan)	Kısmen (2 puan)	İyi (3 puan)	Grup Puan ı
Hazırlık Aşaması	<b>1.Problem durumunu belirleme</b>	Problem durumunu en çok bir değişkenle belirleme	Problem durumunu bazı değişkenlere bağlı olarak belirleme	Problem durumunu tüm değişkenleriyle belirleme	
	<b>2.Ölçülebilir Kriterler (Ölçütleri) Belirleme</b>	Tasarıma ait kriter belirleyeme ya da bir kriter belirleme	Kriterler belirlenmiştir ancak ölçülebilir şekilde ifade edilmemiştir	Tasarıma ait tüm kriterleri ölçülebilir şekilde ifade edilmiştir.	
	<b>3.Sınırlıkları Belirleme</b> (zaman, maliyet, insan kaynakları, malzeme, beceri, kalite, konu alanı)	Tasarıma ait sınırlıklar belirlenmemiştir	Tasarıma ait en az bir sınırlık belirlenmiştir.	Tasarıma ait olası en çok sayıda sınırlıkları belirlemiştir.	
	<b>4.Çözümüne Uygun Yönelik Prototip Tasarlama</b>	Çözümüne yönelik tek bir prototip tasarımı belirlemiştir	Çözümüne yönelik en çok iki prototip tasarımı belirlemiştir	Çözümüne yönelik ikiden fazla prototip tasarımı belirlemiştir.	

### 2.2.2.1. FeTeMM Yeterliği Değerlendirme Formu (FYDF) Puanlayıcı Uyum İstatistiği

Hazırlanan FYDF iki puanlayıcı (değerlendirici) tarafından puanlanması nedeniyle puanlama güvenilirliğine bakılmıştır. Puanlayıcılar arası uyum, birden fazla puanlayıcının verdiği puanlar arasındaki uyum ile belirlenmektedir. Bu uyum puanlayıcılar arası güvenilirliği vermektedir (Kutlu, Doğan ve Karakaya, 2017). Kappa istatistiği, iki puanlayıcının puanlayıcılar arası güvenilirliğini belirlemede kullanılan istatistiksel bir yöntemdir (Cohen, 1960). Kappa istatistiği ( $\kappa$ ) -1 ile +1 arasında bir değer almaktadır (Fleiss, 1971). Uyum 0.61 - 0.80 arasında ise puanlayıcılar arası uyum önemli, 0.81-1.00 arasında ise çok yüksek olarak değerlendirilir (Landis ve Koch (1977).

Puanlayıcılar arası uyum sonuçları için Tablo 2 incelendiğinde uygulamada yer verilen üç etkinlik için FYDF her bir bölümüne ait Kappa İstatistiği Değeri ( $\kappa$ ) ve puanlayıcılar arası korelasyon değeri (spearman korelasyonu) hesaplanmıştır.

**Tablo 2***FYDF Puanlayıcı Uyum İstatistiği*

Yeterlik Boyutu	Uygulama 1		Uygulama 2		Uygulama 3	
	Kappa İstatistiği Değeri (κ)	Puanlayıcılar Arası Korelasyon	Kappa İstatistiği Değeri (κ)	Puanlayıcılar Arası Korelasyon	Kappa İstatistiği Değeri (κ)	Puanlayıcılar Arası Korelasyon
Hazırlık Aşaması	.747	.928	.669	.882	.765	.893
Uygulama	.741	.901	.723	.953	.925	.978
Prototip Oluşturma	.747	.832	.686	.979	.797	.984
Tamamlama ve Paylaşma	.847	.958	.898	.909	1.00	1.00

Tablo 2’de görüldüğü gibi puanlayıcılar arası uyum 0.61 ile 1.00 arasında olması nedeniyle uyumun önemli ve yüksek derecede olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra hesaplanan her bir değer için  $p < 0.001$  olması nedeniyle puanlayıcılar arası uyum anlamlıdır. Puanlayıcıların verdikleri puanlar arasındaki korelasyon incelendiğinde ise her bir boyut için korelasyon değerinin yüksek olduğu görülmektedir. Aynı zamanda korelasyonun anlamlılığı göz önüne alındığında  $p < 0.001$  olması nedeniyle puanlayıcılar arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Elde edilen bu istatistik verileri puanlayıcılar arası uyumun yüksek olduğunu dolayısıyla puanlayıcı güvenilirliğinin yüksek olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

### 2.3. Verilerin Analizi

#### 2.3.1. Verilerin Normalliğinin İrdelenmesi

Araştırmada Bilimsel Argümantasyon Becerileri Test’inden alınan ön ve son test verileri yapılan incelemede, mod, medyan, ortalama ve histogram grafiği sonuçlarına göre normal dağılım göstermiştir. Tablo 4’te elde edilen verilere ait betimsel istatistik bulguları verilmiştir. Elde edilen merkezi eğilim ölçüleri olan ortalama, mod ve medyan değerlerinin yakınlığı dağılımın normallik gösterdiğini ortaya koymaktadır (Büyüköztürk, Çokluk ve Köklü, 2013; Can, 2019). Kontrol ve deney gruplarına ait çarpıklık ve basıklık katsayıları deney grubu basıklık katsayısı dışında -1 ve +1 değer aralığındadır. Bu nedenle kontrol ve deney grubu verileri histogram grafikleri incelenmiş ve verilerin normal dağıldığı görülmüştür. Bu nedenle veriler parametrik testler olan bağımlı gruplar t testi ve bağımsız gruplar t testi ile irdelenmiştir.

**Tablo 4**

*Kontrol ve Deney Grubu Argümantasyon Becerileri Testi Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Bulguları*

Nicelik	Kontrol Grubu		Deney Grubu	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>N</b>	48	48	43	43
<b>Ortalama</b>	20.69	22.43	19.90	24.44
<b>Mod</b>	21.00	27.00	19.00	27.00
<b>Medyan</b>	21.00	24.00	20.00	24.00

<b>Std. Sapma</b>	5.54	5.01	4.28	4.46
<b>Çarpıklık</b>	.135	-.644	-.219	.200
<b>Basıklık</b>	-.600	-.457	-.542	1.03

Araştırma sürecinin öğretmen adaylarının FeTeMM yeterliklerine olan etkisi incelenirken her üç uygulama sonunda yapılan büyük grup tartışması sırasında deney ve kontrol grupları FYDF ile değerlendirilerek veriler sayısallaştırılmıştır. Aynı gruplar için art arda yapılan ölçüm sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını sınamak için yapılacak parametrik test, tekrarlı ölçümler için tek yönlü (faktörlü) Varyans Analizi (ANOVA) iken aynı verilerle deney ve kontrol gruplarının karşılaştırılması için Karışık Gruplar için İki yönlü (Faktörlü) Varyans Analizi (ANOVA) kullanılmıştır (Büyüköztürk, 1997, 2012; Can, 2019). Bu anlamda parametrik olan ANOVA istatistiklerini kullanabilmek için verilerin normallik varsayımını karşılamaları birincil önceliklidir. Varsayım için elde edilen veri setinin 50'den küçük olması nedeniyle Shapiro-Wilks testi ile normallik açısından değerlendirilmiştir. Shapiro-Wilks testi anlamlılık değeri sonucunun 0.05'ten büyük çıkması veri setinin normal dağılım gösterdiği anlamı taşımaktadır (Büyüköztürk, 2016). Deney gruplarından elde edilen verilere ait Shapiro Wilks değerleri  $Z_{uygulama1} = .918$ ,  $p = .338$ ;  $Z_{uygulama2} = .958$ ,  $p = .760$ ;  $Z_{uygulama3} = .883$ ,  $p = .142$  olarak bulunurken kontrol grupları için yapılan Shapiro-Wilks testi anlamlılık değerleri  $Z_{uygulama1} = .989$ ,  $p = .995$ ;  $Z_{uygulama2} = .842$ ,  $p = .047$ ;  $Z_{uygulama3} = .848$ ,  $p = .054$  olarak bulunmuştur. Deney gruplarına ait verilerin Shapiro-Wilks testi anlamlılık değerlerinin 0.05'ten büyük çıkması nedeniyle veri setinin normal dağılıma uygun olduğu belirlenmiştir (tüm analizler  $p > 0.05$ ). Kontrol grupları için ulaşılan Shapiro-Wilks testi anlamlılık değerlerinin varsayımı tüm uygulamalar için sağlamaması nedeniyle deney ve kontrol gruplarının basıklık (kurtosis) ve çarpıklık (skewness) değerleri, çarpıklık ve basıklık değeri hataları, ortalama, mod medyan değerleri incelenmiştir. Deney ve Kontrol gruplarına ait betimsel istatistik sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5**

*Uygulama Sonuçlarına İlişkin Betimsel İstatistikler*

	Deney Grubu			Kontrol Grubu		
	Uygulama 1	Uygulama 2	Uygulama 3	Uygulama 1	Uygulama 2	Uygulama 3
<b>N</b>	10	10	10	10	10	10
<b><math>\bar{X}</math></b>	34	34.8	38.4	34	39.2	38.8
<b>Medyan</b>	35	34.3	41.2	33.5	40.5	39.0
<b>Mod</b>	41	35	42	37.0	43.0	45.0
<b>SD</b>	5.9	6	6.3	5.51	5.45	5.71
<b>Çarpıklık</b>	-.214	.085	-.863	-.134	-1.750	-.089
<b>Çarpıklık Hatası</b>	.687	.687	.687	.687	.687	.687
<b>Basıklık</b>	-1.5	-.776	-.187	.074	3.633	-2.06
<b>Basıklık Hatası</b>	1.334	1.334	1.334	1.334	.687	.687

Yapılan bu betimsel istatistikler sonucunda kontrol grubunda da verilerin dağılımı normal kabul edilmiştir. Aynı zamanda grupların süreç içerisinde FeTeMM Yeterliklerinde meydana gelen değişimleri ortaya koyabilmek adına deney ve kontrol küçük gruplarının 1., 2. ve 3.

uygulamalardan aldıkları ortalama değerler de karşılaştırılmış ve betimsel olarak da değerlendirilmiştir.

## BULGULAR

Bu bölümde, araştırma sürecinde öğretmen adaylarının argümantasyon becerileri ve FeTeMM yeterlikleri ile ilgili elde edilen bulgular ayrı başlıklar altında incelenmiştir.

### 3.1. Öğretmen Adaylarının Argümantasyon Becerilerine İlişkin Bulgular

Uygulamalar öncesi ve sonrasında deney ve kontrol gruplarına uygulanan Bilimsel Argümantasyon Becerileri Testi'nden elde edilen sonuçlar öncelikle her bir grubun kendi içinde göstermiş olduğu değişimin gözlenmesi adına her bir grup için bağımlı t testi yapılmıştır. Kontrol ve deney gruplarında yapılan bağımlı t testi sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6**

*Kontrol ve Deney gruplarının Bilimsel Argümantasyon Becerileri Testi Ön Test- Son Test Bağımlı Grup t Testi Sonuçları*

		N	Ortalama X	Standart Sapma	Sd	t	P
<b>Kontrol Grubu</b>	Ön Test	48	20.69	5.54	47	-1.931	.060
	Son Test	48	22.44	5.301			
<b>Deney Grubu</b>	Ön Test	43	19.86	4.28	42	-8.209	.000
	Son Test	43	24.44	4.46			

Kontrol grubuna ait sonuçlar incelendiğinde ön testi ortalaması  $X_{KÖ} = 20.69$  iken, son testte bu ortalama  $X_{KS} = 22.44$  olarak bulunmuştur. Grubun ön test son test puanları arasındaki anlamlılık yapılan bağımlı gruplar t testi ile ortaya konulmuştur. Kontrol grubu ön test son test puanları arasındaki anlamlılık değeri .05 ten büyük çıkmıştır ( $p = .060$ ). Bu sonuca göre grupta FeTeMM uygulamalarına katılan öğretmen adaylarının önceki ve sonraki durumlarında argümantasyon becerilerine ait anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Deney grubunda ise uygulama öncesi öğretmen adaylarının argümantasyon becerilerine yönelik puanlarının ortalaması  $X_{DÖT} = 19.86$  iken yapılan uygulama sonrasında grubun ortalaması  $X_{DST} = 24.44$ 'e yükseldiği görülmektedir. Uygulama grubu kendi içerisinde yaklaşık 4.5 puanlık bir ilerleme göstermiştir. Ancak grubun kendi içerisindeki ilerlemesinin anlamlılığını ortaya koymak amacıyla yapılan bağımlı gruplar t testi sonuçlarına bakılmış ve gruba ait p anlamlılık değerinin .05'ten küçük olduğu görülmüştür ( $p = .000$ ). Bu bulguya göre Argümantasyon Temelli FeTeMM Uygulamalarına katılan öğretmen adaylarının ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı bir fark vardır.

Uygulamalar öncesi ve sonrası ortaya çıkabilecek olası gruplar arası farkın incelenmesi için öncelikle deney ve kontrol gruplarının ön testleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Grupların ön testlerine ait sonuçlar Tablo 7'de verilmiştir. Ulaşılan sonuçlara göre deney ve kontrol grupları arasında yapılan bağımsız gruplar t testi anlamlılık değeri  $p = .700 > .05$  olması nedeniyle grupların başlangıç durumları arasında bir fark olmadığı görülmüştür.

**Tablo 7**

*Kontrol ve Deney Grupları Bilimsel Argümantasyon Becerileri Testi Ön Test Puan Ortalamalarına Yönelik Bağımsız Gruplar t Testi Sonuçları*

		N	Ortalama	Standart Sapma	Sd	t	p
<b>Bilimsel Argümantasyon Becerileri Testi</b>	<b>Kontrol Grubu</b>	48	20.69	5.54	89	-1.490	.700
	<b>Deney Grubu</b>	43	21.09	4.29			

Uygulama sürecinin deney ve kontrol grupları arasında istatistik olarak anlamlı bir farkın bulunup bulunmadığının irdelenmesi adına deney ve kontrol grupların son testleri bağımsız gruplar t testi ile karşılaştırılmıştır (Tablo 8) Bağımsız gruplar t testi sonucu anlamlılık değeri olan  $p = .048$  olarak bulunmuştur ve değer  $.05$ 'ten küçüktür. Bu sonuç deney grubunda yürütülen Argümantasyon Temelli FeTeMM uygulamalarının bu gruptaki öğretmen adayları ile kontrol grubunda yer alan ve yalnızca FeTeMM uygulamaları gerçekleştiren öğretmen adayları arasında anlamlı bir farklılığa neden olduğunu ortaya koymuştur.

**Tablo 8**

*Kontrol ve Deney Grupları Bilimsel Argümantasyon Becerileri Testi Son Test Puan Ortalamalarına Yönelik Bağımsız Gruplar t Testi Sonuçları*

		N	Ortalama	Standart Sapma	Sd	t	p
<b>Bilimsel Argümantasyon Becerileri Testi</b>	<b>Kontrol Grubu</b>	48	22.43	5.01	89	-2.005	.048
	<b>Deney Grubu</b>	43	24.44	4.46			

### **3.2. Öğretmen Adaylarının FeTeMM Yeterliklerine İlişkin Bulgular**

Deney ve kontrol gruplarının FYDF ile üç uygulama sonunda art arda değerlendirilmeleri sonucunda elde edilen ve normal dağılım gösteren veriler, grup içi FeTeMM Yeterlikleri ile ilgili etkiyi ve etkinin anlamlılık düzeyini ortaya koyabilmek amacıyla ilk olarak tek faktörlü tekrarlı ANOVA ile değerlendirilmiştir. Bu istatistik kapsamında verilerin taşınmaları gereken bazı varsayımlar bulunmaktadır. Tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA'nın doğru ve güvenilir sonuçlar verebilmesi için en az aralık ölçeğinde olan verilerin dağılımını ortalamaları kıyaslanacak her bir ölçüm için normal dağılım özelliği taşınmaları (Büyüköztürk, 2012; Can, 2019); yapılan tekrarlı ölçümlerde birbirini izleyen veriler, aynı veri kaynağından alınmaları (Büyüköztürk, 2012; Can, 2019) ve ikiden fazla ölçümün bulunduğu süreçlerde iki ölçüm arasındaki farklar dizinin varyanslarının belirlendiği küresellik göstergesi Mauchly's test of Sphericity değerinin  $.05$ 'ten büyük olması gerekmektedir (Şencan, 2005; Can, 2019). Elde edilen veriler bu varsayımlar ışığında incelendiğinde; verilerin aynı veri kaynaklarından toplandığı ve normal dağılım gösterdikleri görülmüştür. Mauchly's test of Sphericity değeri deney grupları için  $p = .229$  ve kontrol grupları için  $p = .307$  olarak bulunmuştur. Gruplar için Mauchly's test of Sphericity değerinin  $.05$ 'ten büyük olması nedeniyle verilerin küresellik varsayımını karşıladıkları görülmüştür. Bu varsayımların sağlanması sonucunda her bir grup için

uygulamalara ait ölçüm sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı fark olup olmadığının belirlenmesi adına ANOVA Test of Within-Subject Effects tablosunda bulunan Sphericity assumed anlamlılık değeri incelenmiştir. Bu anlamlılık değerinin 0.05'ten küçük olması durumunda ortalamalar arasında anlamlı bir fark vardır denir (Can, 2019). Tekrarlı ölçümler için tek yönlü ANOVA'da deney grubu veri seti için p değeri  $p = .021$  ve kontrol grubu verileri için p anlamlılık değeri  $p = .028$  olarak bulunmuştur. Bu değer 0.05'ten küçük olması uygulamalardan alınan puanlar arasında anlamlı bir fark olduğunu ortaya koymuştur. Uygulama 1, Uygulama 2 ve Uygulama 3 ölçümleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla gruplar içi ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Yapılan ikili karşılaştırmalar Tablo 9'da verilmiştir.

**Tablo 9**

*Deney ve Kontrol Grubu İkili Karşılaştırma Tablosu*

Uygulamalar	Karşılaştırma	Deney Grupları			Kontrol Grupları		
		Mean Difference	Std Error	Sig.	Mean Difference	Std Error	Sig.
Uygulama 1	Uygulama 2	-.800	1.272	1	-5.200	1.420	.016
	Uygulama 3	-4.400	1.284	.023	-4.800	2.308	.202
Uygulama 2	Uygulama 1	.800	1.272	1	5.200	1.420	.016
	Uygulama 3	-3.600	1.875	.261	400	2.040	1
Uygulama 3	Uygulama 1	4.400	1.284	.023	4.800	2.308	.202
	Uygulama 2	3.600	1.875	.261	-400	2.040	1

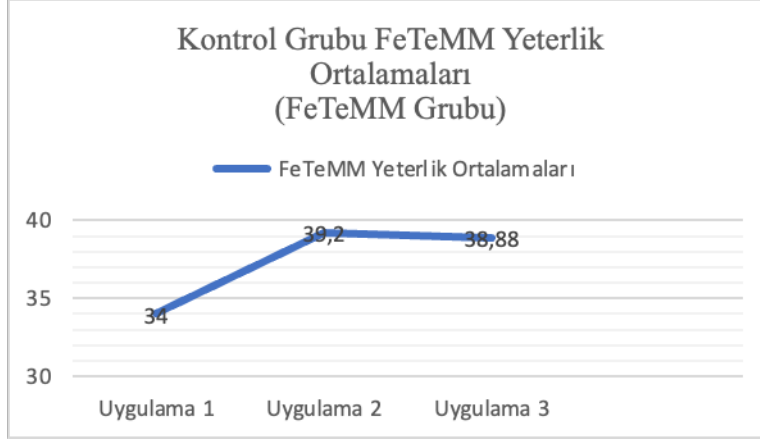
Yapılan karşılaştırmada ölçümler arasındaki farkların anlamlılığı kontrol grupları için irdelendiğinde Uygulama 1 ile Uygulama 2 ortalamaları arasındaki anlamlılık değerinin  $p_{1-2} = .016$ , Uygulama 2 ile Uygulama 3 ortalamaları arasındaki anlamlılık değerinin  $p_{2-3} = 1$  ve Uygulama 1 ile Uygulama 3 ortalamaları arasındaki anlamlılık değerinin  $p_{1-3} = .202$  olduğu görülmüştür. Bu anlamlılık değerinin 0.05'ten küçük olması durumunda ortalamalar arasında anlamlı bir fark olduğu kabul edilmektedir (Can, 2019). Bu anlamda kontrol grubu incelendiğinde Uygulama 1 ve Uygulama 2 ortalamaları arasında bir fark görülürken Uygulama 2 ile Uygulama 3 ve Uygulama 1 ile Uygulama 3 ortalamaları arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Ölçümler arası anlamlı farklılık deney grupları için incelendiğinde ise Uygulama 1 ile Uygulama 2 ortalamaları arasındaki anlamlılık değeri  $p_{1-2} = 1$ , Uygulama 2 ile Uygulama 3 ortalamaları arasındaki anlamlılık değeri  $p_{2-3} = .261$  ve Uygulama 1 ile Uygulama 3 ortalamaları arasındaki anlamlılık değeri  $p_{1-3} = .023$  olarak bulunmuştur. Uygulama 1 ile Uygulama 3 ortalamaları arasındaki anlamlılık değerinin 0.05'ten küçük olması nedeniyle deney gruplarında uygulamalar sonrasında elde edilen FeTeMM Yeterliklerine ait ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu görülmüştür.

Süreç içerisinde grupların süreç boyunca grup içi gelişimlerinin daha net ortaya koymak amacıyla gruplara ait uygulama ortalamaları betimsel olarak da incelenmiştir. Kontrol gruplarına ait Grafik 1 incelendiğinde FeTeMM uygulamalarının yapıldığı bu grupta ilk uygulama sonrası ikinci uygulamada alınan ortalama puanlar bariz bir artış göstermiştir. 1. uygulama sonrası değerlendirmeleri ile 3. uygulama sonrası değerlendirmeler irdelendiğinde ise; ortalamaların 1. uygulamaya göre 3. uygulama ortalamada artmış olduğu görülmektedir. Ancak 3. uygulamada 2. uygulama ortalamalarına göre bir düşüş görülmektedir ve 1.uygulama ile 3. uygulama arasında bir fark olmuş olsa da süreç içerisinde artan bir eğri görülmemiştir. Araştırmanın kontrol grubu olan FeTeMM uygulamaları gruplarının süreç içerisinde dalgalı bir seyir izlediği görülmektedir.



## Grafik 1

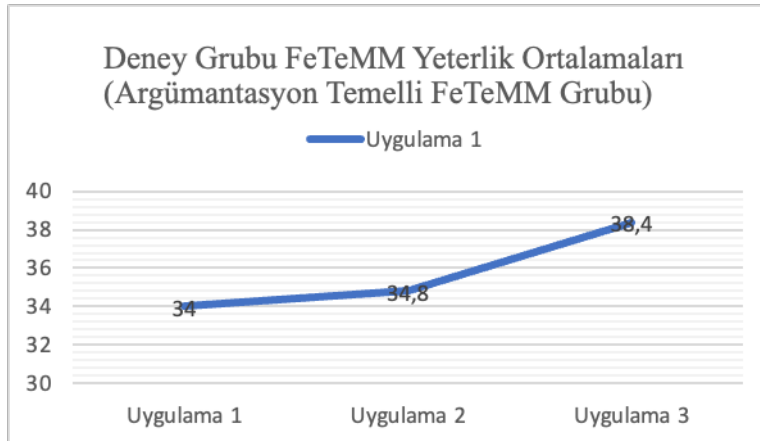
*Kontrol Grubu FeTeMM Yeterlik Ortalamaları*



Deney grupları uygulamaları ortalama puanlarına ait betimsel veriler ise Grafik 2’de verilmiştir. Grafiğe göre yapılan uygulamalar ilerledikçe FeTeMM Yeterlik Değerlendirme Formu’ndan alınan puan ortalamalarının 1. uygulamadan 3. uygulamaya doğru bir artış gösterdiği görülmektedir. Süreç içerisinde 2. uygulamada alınan puanının ortalamasının 1. uygulama ortalama puanından fazla olması, 3. uygulama ortalama puanının da 2. uygulama ortalama puanında fazladır.

## Grafik 2

*Deney Grubu FeTeMM Yeterlik Ortalama Puanları*



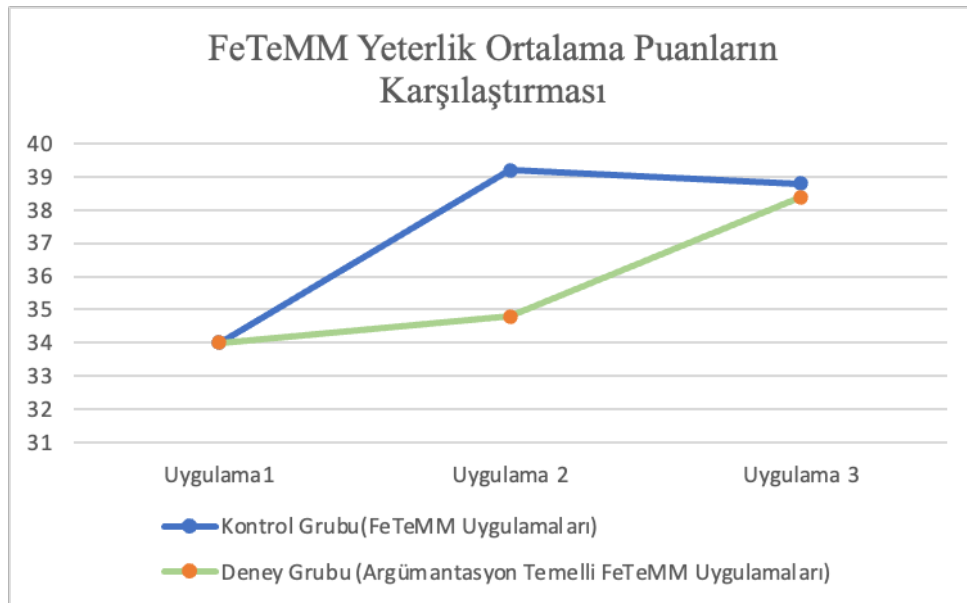
Grupların FeTeMM Yeterlik puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını ortaya koymak amacıyla deney ve kontrol grupları karşılaştırılmıştır. ANOVA için gerekli varsayımları sağladığı belirlenen verilerin bu karşılaştırması için karışık ölçümler için iki Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) kullanılmıştır (Büyüköztürk,1997, 2012). İki faktörlü varyans analizinde iki bağımsız değişken ve bir bağımlı değişken bulunduğu durumlarda kullanılır. Bu analiz ile gruplar ve ölçmenin ortak etkisine bakılmıştır. Buradaki amaç, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki ortak etkisinin araştırılmasıdır (Çayır & Ervural, 2020). Karışık ölçümler

için iki Yönlü ANOVA'nın güvenilir sonuçlar verebilmesi için sağlaması gereken koşullar bulunmaktadır (Büyüköztürk, 1997, 2016; Can,2019). Bu gerek koşullardan ilki verilerin normal dağılım özelliği göstermesidir. Bu koşulların ilki verilerin gruplar içi normal dağılım gösterdiği görülmüştür. Bir diğer koşul ise ölçüm setlerinin ikili kombinasyonlarının irdelenebilmesi için grupların kovaryans matrisi homojenliğinin bulunmasıdır. Kovaryans matrisi homojenliğinin belirlenmesi adına verilere ait (*Test of Equality Covariance Matrice*) Box's Test sonucu incelenmiştir. Box Testi'nin anlamlılık değerini gösteren p değeri, 0.05'ten büyük çıktığında 'kovaryanslar arasında anlamlı bir fark yoktur' hipotezi doğrulanmış olur (Can, 2019). Box's M Anlamlılık Değeri p= .691 olarak bulunmuştur. Değerin 0.05'ten büyük çıkması sonucu bu koşul sağlanmıştır. Aynı anda birden fazla grupta yapılan ölçümlerde grupların varyanslarının homojen olması varsayımı ise ikili karşılaştırma için bir diğer koşuldur. Yokluk hipotezinin sınındığı bu durum için Levene Testi kullanılır. Anlamlılık değeri 0.05'ten büyük ise varyansların eşitliği koşulu sağlanmış olur (Can, 2019). Uygulamalara ait Levene Testi sonuçları üç uygulamada da p değerlerinin 0.05'ten büyük olması [F(1-18) p<sub>1</sub>= .557], [F(1-18) p<sub>2</sub>= .618 ], [F(1-18) p<sub>3</sub>= .910] varyans eşitliğini koşulunun sağlandığını ortaya koymaktadır.

Verilerin Box's M Değeri ve Levene Testlerinin istatistiksel anlamlılık göstermesi nedeniyle verilerde gruplar arası çok değişkenli analiz için Wilks' Lambda değeri kontrol edilmiştir. Verilerin bu değerleri kontrol edildiğinde ise bu değer FeTeMM Yeterlikleri için Wilks' Lambda= .513, [F(2-17)= 8.072,p= .003 iken FeTeMM Yeterlikleri Gruplar etkileşimi için Wilks' Lambda= .762, [F(2-17)= 2.655, p= .099 olarak bulunmuştur. FeTeMM Yeterlikleri Gruplar arası bu değer .05'ten büyük olması nedeniyle etkileşimsel etki iki grup açısından anlamlı değildir. Deney ve kontrol grupları arasında zamana bağlı olarak FeTeMM yeterlikleri açısından anlamlı bir fark yoktur. Ortaya çıkmış olan bu sonuç konular arası etki testi incelendiğinde de p anlamlılık değerinin .05'ten büyük olması sonucu ile de desteklenmektedir. Uygulamalar sonucunda yapılan FeTeMM Yeterlik Değerlendirme sonuçları deney ve kontrol grubunda grup içi farklılıklar göstermiş olsa da gruplar arasında zamana bağlı anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Deney ve kontrol gruplarına ait FeTeMM Yeterlik ortalamalar betimsel olarak karşılaştırılmış ve karşılaştırmaya ait grafik Grafik 3'te verilmiştir.

### Grafik 3

*FeTeMM Yeterlik Ortalama Puanlarının Karşılaştırılması*



Gruplar karşılaştırıldığında, ilk uygulamada aynı puan ortalamasına sahip olan ( $\bar{X} = 34$ ) deney ve kontrol gruplarının her ikisi de ikinci uygulama puanlarında bir artış görülmektedir. Bu artış, kontrol grubu olan FeTeMM Uygulamaları grubunda ( $\bar{X}_{\text{kontrol uygulama2}} = 39.2$ ) yaklaşık 5 puan iken deney grubunda ( $\bar{X}_{\text{deney uygulama2}} = 34.8$ ) 0,8 puan olmuştur. Bu veriye dayanarak kontrol grubu ilk ve ikinci uygulama puanları arasında bariz bir fark olduğu görülmektedir. Üçüncü uygulama sonrası ise kontrol grubu  $\bar{X}_{\text{kontrol uygulama3}} = 38.8$  puan ile ikinci uygulamaya göre 0.4 puanlık bir düşüş gösterirken deney grubu  $\bar{X}_{\text{deney uygulama3}} = 38.4$  puan ile 3.6 puanlık bir artış göstermiştir. Bu durum yapılan Argümantasyon Temelli FeTeMM uygulamalarının FeTeMM Yeterliklerini olumlu yönde desteklediği sonucuna ulaşılabilir. Grafik üzerinden ilk ve üçüncü uygulamalara ait ortalama puanlar karşılaştırıldığında ise kontrol grubunda 4.8 puanlık bir ilerleme görülürken deney grubunda bu ilerleme 4.4 puan olarak ortaya çıkmıştır. Araştırma süreci içerisinde uygulama ortalama puanları deney grubu için sürekli bir artış göstermiştir. Gruplara ait üçüncü ortalamalar incelendiğinde ise kontrol grubu Uygulama 3 ortalaması  $\bar{X}_{\text{kontrol uygulama3}} = 38.8$  puan iken deney grubu Uygulama 3 puan ortalaması  $\bar{X}_{\text{deney uygulama3}} = 38.4$  olarak bulunmuştur. Bu anlamda bakıldığında yapılan istatistiksel analizi destekleyecek şekilde gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir.

## TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, yapılan Argümantasyon Temelli FeTeMM uygulamalarının öğretmen adaylarının argümantasyon becerilerine ve FeTeMM yeterliklerine etkisi incelenmiştir. Argümantasyon Temelli FeTeMM etkinliklerinin öğretmen adayların argümantasyon becerilerine etkileri incelenirken iki farklı öğretim uygulamasına katılan öğretmen adaylarına ön test ve son test olarak uygulanan Bilimsel Argümantasyon Becerileri Testi (BAPT)'nden elde edilen veriler istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Yapılan uygulama sonucunda kontrol grubunda ön test ortalaması ile son test ortalamaları ve yapılan bağımlı t testi sonucunda kontrol grubunun ön test son test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ( $p = .060$ ). Bu bulgu kontrol grubu ile yapılan FeTeMM uygulamalarının öğretmen adaylarının argümantasyon becerilerini artırmada bir etkisi olmadığını ortaya koyar niteliktedir. Deney grubunun gelişimi irdelendiğinde; ön test son test ortalamaları arasında 4.5 puanlık bir artış yaşandığı gözlenmiştir (Tablo 6). Deney grubu ön test ve son test verileri bağımlı gruplar t testi ile istatistiksel olarak irdelendiğinde deney grubunda bulunan ve Argümantasyon Temelli FeTeMM uygulamalarına katılan öğretmen adaylarının yapılan uygulamalar sonrasında argümantasyon becerileri ortalamalarında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür ( $p = .000$ ). Bu bulgu, deney grubu ile yapılan Argümantasyon Temelli FeTeMM uygulamalarının bu gruptaki öğretmen adaylarının argümantasyon becerilerini destekleyerek gelişmesine yardımcı olan bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Aynı şekilde deney ve kontrol grupları argümantasyon becerileri açısından incelendiğinde ön test sonuçları arasında anlamlı bir fark bulunmayan grupların son testleri arasında anlamlı bir fark bulunduğu ( $p = .048$ ) ve bu farkın deney grubu olan Argümantasyon Temelli FeTeMM grubu lehine olduğu görülmüştür (Tablo 8). Sonuç olarak deney grubunda yapılan Argümantasyon Temelli FeTeMM uygulamalarının deney grubu öğretmen adaylarının hem argüman oluşturma süreçlerini hem de argümantasyon becerilerini geliştirilmesinde etkili olduğu görülmüştür. Bu sonuç entegre edilmiş FeTeMM eğitiminin argümantasyon becerilerinde manidar olarak ve her boyutta gelişime katkı sağladığı görüşü ile paralellik göstermektedir (Naj'Iyah, Viyanti ve Suyatna 2021; Sözen, 2022). Bu gelişimin sebebi, başlangıçta argümantasyon ve argümantasyon becerileri hakkında bilgiye sahip olmayan deney ve kontrol gruplarında öğretime başlamadan bu konu ile ilgili bilgi verilse de deney grubu dağıtılan açıklayıcı belgeler ve çalışma kağıtlarında yapılandırılmış olarak sorulmuş argümantasyon sorularıyla argümantasyon süreci ile daha fazla ilgilenmiş ve daha fazla tekrar şansı bulmuş olmaları olarak düşünülebilir. Aynı zamanda deney gruplarında yer alan öğretmen adaylarının özellikle çözüm önerileri arasından en iyi çözümün seçimi ve malzemelerin seçimi, prototip oluşturma ve oluşturulan prototipi değerlendirme

süreçlerinde argümantasyon süreci işletmişler ve ders dışında da çalışmak durumunda kalarak kontrol gruplarına kıyasla daha fazla zaman geçirmişlerdir. Deney grubu öğretmen adaylarının geçirmiş oldukları bu öğretimsel deneyimin argümantasyon becerilerini olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. Bu sonuç Öğreten ve Uluçınar Sağır (2014)'ın argümantasyon yönteminin kullanıldığı derslerde argümantasyon becerilerinin geliştiği yönündeki sonuçlarıyla paralellik gösterdiği gibi Hiğde ve Aktamış (2017) ve Sarıoğlu (2022)'nin çalışmaları argümantasyon temelli uygulamaların öğretmen adaylarının argümantasyon becerileri geliştirdiği sonucuyla da paralellik göstermektedir. Süreç içerisinde kullanılan Argümantasyon Temelli FeTeMM Modeli ve bu temelle yapılandırılmış etkinlikler farklı öğretim seviyelerinde de kullanılarak çıktılarının değerlendirilmesi eğitim-öğretim sürecinde argüman becerilerinin desteklenmesine yardımcı olabilir. Bu sonuç Gülseven, Tüysüz ve Tozlu (2021) ve Ekici (2022)'nin çalışmalarının bulgularını destekler niteliktedir.

Araştırmanın bir diğer aşamasında, Argümantasyon Temelli FeTeMM uygulamalarının öğretmen adaylarının FeTeMM yeterliğindeki etkisi incelenmiştir. Deney ve kontrol gruplarına ait üç uygulamanın sonuçlarının karşılaştırıldığı analiz süreci sonucunda kontrol gruplarında 1. ve 2. uygulamalar arasında anlamlı bir fark bulunurken 2. ve 3. uygulamalar ile 1. ve 3. uygulamalar arasında istatistik olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Süreç içerisinde FeTeMM Uygulamalarının FeTeMM Yeterlikleri üzerinde anlamlı bir etkiye neden olmadığı görülmüştür. Bu durum grupların sıralama ortalamaları ile irdelendiğinde 2. uygulamada 1. uygulamaya göre ortalamaların bariz şekilde arttığı (5.2 puanlık artış) ancak 3. uygulamada ortalamaların düştüğü (0.4 puanlık düşüş) görülmektedir. Bu durum araştırmanın kontrol grubu olan FeTeMM uygulamaları gruplarının süreç içerisinde dalgalı bir seyir izlediğini ortaya koymaktadır. Bu durum ikinci problem durumunun kontrol grubu öğretmen adaylarına yakın gelmesi, lisans eğitimi sürecinde bu problem durumuna yakın durumlarla karşılaşmış olması vb. çeşitli şekillerde açıklanabilir. Deney grubu olan Argümantasyon Temelli FeTeMM uygulamaları grubu FeTeMM Yeterliklerine ait veriler ile yapılan karşılaştırmada ise 1. ve 3. uygulama ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür ( $p = .023$ ; Tablo 9). Verilere ait betimsel istatistik sonuçları incelendiğinde her bir uygulama ortalaması bir önceki uygulama ortalamasından yüksektir. Süreç içerisinde 2. uygulamada alınan puanının ortalamasının 1. uygulama ortalamaya puanından fazla olması, 3. uygulama ortalamasının da 2. uygulama ortalamaya puanında fazla olması Argümantasyon Temelli FeTeMM Uygulama gruplarının ilk uygulamadan son uygulamaya kadar bir gelişim gösterdiklerini ortaya koyar niteliktedir. Ayrıca 1. ve 3. Uygulama arasındaki anlamlı farklılık süreç içerisinde Argümantasyon Temelli FeTeMM uygulamaları grubunun FeTeMM Yeterliği açısından her bir uygulamada anlamlı bir fark ortaya koyarak ilerlediği sonucunu desteklemektedir. Deney grubunda yer alan öğretmen adayları uygulamaların yapıldığı zaman aralığında ilk uygulamadan son uygulamaya kadar bir gelişim göstermişlerdir. Bu durum Argümantasyon Temelli FeTeMM Uygulamalarının öğretmen adaylarının FeTeMM yeterliğini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Bu sonuç öğretmenler ve öğrenciler üzerinde çalışmalarını sürdürmüş olan English vd. (2017) ve Nichols vd. (2022)'in araştırma sonuçlarında belirttikleri gibi sorgulama ve tartışmaya yönelik ortamlar tasarım görevleri sırasında öğrencilerin FeTeMM yeterliklerini olumlu yönde etkilemektedir. Sürdürülen bu süreç ve yapılan değerlendirmeler sonucu argüman sürecinin FeTeMM yeterlik gelişim sürecini destekleyen bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. Deney ve kontrol gruplarının FeTeMM yeterlikleri gelişimlerinin incelenmesi ve verilerin karşılaştırılması sürecinde karışık ölçümler için tekrarlı ANOVA kullanılmış ve gruplar ile ölçmenin ortak etkisine bakılmıştır. Analiz sonucunda FeTeMM Yeterlikleri için Wilks' Lambda= .513,  $[F(2-17)= 8.072, p= .003]$  iken FeTeMM Yeterlikleri Gruplar için Wilks' Lambda= .762,  $[F(2-17)= 2.655, p=.099]$  olarak bulunmuştur. FeTeMM Yeterlikleri Gruplar arası bu değer .05'ten büyük olması nedeniyle etkileşimsel etkisinin iki grup açısından anlamlı olmadığı görülmüştür. Bu anlamda deney ve kontrol grupları arasında zamana bağlı olarak FeTeMM yeterlikleri açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Araştırma sürecinde ulaşılan bulgular ve erişilen sonuçlarla ilişkili olarak çeşitli önerilerde bulunulabilir. Bu anlamda öğretmen adaylarının FeTeMM yeterliklerinin olumlu şekilde geliştirilmesi amacıyla gelecek çalışmalarda 12 hafta ve 3 problem durumu ile sınırlı olan araştırma süresinin uzatılarak gruplardaki FeTeMM yeterlikleri üzerinde bir etkisi olup olmayacağı araştırılması önemlidir. Bunun yanında araştırmanın daha büyük sayıda kontrol ve deney küçük gruplarında yapılmasının daha genellenebilir sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Ayrıca uygulamaların 4. sınıf öğretmen adayları ile yapılması, öğretmen adaylarının KPSS sınavı vb. okul dışı yoğunluğuna maruz kalmadan uygulamaları gerçekleştirmelerine ve daha fazla zaman ayırmalarına olanak tanıyarak farkındalıklarını daha da artıracaktır. Bu anlamda deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olmamasının nedeni, her iki grubun da uygulamalarının FeTeMM ile ilgili kısmında mühendislik tasarım süreci adımlarını kullanmaları olarak görülebilir. Dolayısıyla argümantasyon temelli bir FeTeMM grubunun yaklaşım temelli başka bir uygulama ile ya da argümantasyon temelli bir FeTeMM grubunun başka bir eğitim süreci ile karşılaştırılması deney grubunun bu konudaki farklılığını daha da ortaya koyacaktır. Alan yazın incelendiğinde, öğretmenlerin FeTeMM konularına olumlu bir bakış açısına sahip olduğunu ve öğrencilerini motive ettiğine inandığını ortaya koymaktadır (Park vd. 2016). Ancak, FeTeMM 'in okul sistemi içinde nasıl uygulanacağı hâlâ belirsizdir (Razi ve Zhou, 2022). Bu nedenle, özellikle ortaokul öğretmenleri FeTeMM öğretimi konusunda kendilerini daha güvensiz hissetmektedir. Bu nedenle, Razi ve Zhou'nun (2022) da belirttiği gibi, öğretmen adaylarının öğretmen eğitimi programında yer alacak uygulamalar ve dersler aracılığıyla FeTeMM konularını öğretmenlerini sağlayacak eğitimler almaları gerekli ve kaçınılmazdır. Bu eğitim, öğretmenlerin FeTeMM yeterliliklerini doğrudan etkileyecek ve süreç içerisinde öğrencilerinin gelişimi ve dolayısıyla kariyer seçimleri de dâhil olmak üzere hayatları boyunca karşılaştıkları sorunların çözümünde onlara olumlu beceriler kazandıracakı düşünülmektedir. Argümantasyon Temelli FeTeMM uygulamalarının, sorgulama sürecine katkısı göz ardı edilemez boyuttadır. Uygulama aşamalarının netliği ve açık uçlu uygulama soruları sayesinde uygulama ve değerlendirme süreci oldukça açık, anlaşılır ve kolay hale gelmektedir. Bu nedenle Argümantasyon Temelli FeTeMM Uygulamaları öğretmenler ve öğretmen adayları için kullanılabilir. Ayrıca bu çalışmanın Argümantasyon Temelli FeTeMM modeline uygun hazırlanacak etkinliklerin özellikle öğretmen eğitiminde kullanılması ve öğretmen eğitimi araştırmaları için bir başlangıç olabileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKÇA

- Acar, Ö. (2008). *Argumentation skills and conceptual knowledge of undergraduate students in a physics by inquiry class. dissertation*. Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy in the Graduate School: Ohio. The Ohio State University.
- Arikan, S., Erkin, E., & Pesen, M. (2020). Development and validation of a STEM competencies assessment framework. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-24.
- Arikan, S., Pesen, M. ve Erkin, E. (2023). STEM yeterlikleri değerlendirme çerçevesinin 4. sınıf düzeyi için uyarlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi [PAÜEFD]*, 60, <https://doi.org/10.9779/pauefd.1249861>
- Arslanhan, H. (2019). *Tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını geliştirmeye etkisi*. Yüksek Lisans tezi. Kafkas Üniversitesi.

- Ault, M., Craig-Hare, J., Frey, B., Ellis, J. D., & Bulgren, J. (2015). The effectiveness of Reason Racer, a game designed to engage middle school students in scientific argumentation. *Journal of Research on Technology in Education*, 47(1), 21-40.
- Bahar, A.N (2023). *Fen eğitiminde stem entegreli argümantasyon temelli uygulamaların ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin madde ve ısı konusundaki başarılarına, girişimciliklerine ve motivasyonlarına etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi.
- Ball, T., Beckett, L., & Isaacson, M. (2015, October). Formulating the problem: Digital storytelling and the development of engineering process skills. In *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-5). IEEE.
- Baydar, Z. (2018). *Elektrik enerjisi ünitesinin FeTeMM ve argümantasyona dayalı işlenmesinin öğrencilerin yaratıcılık, tutum, beceri ve öğretim hakkındaki görüşlerine etkisi*. Yüksek lisans tezi. Kocaeli Üniversitesi.
- Baydar, Z., ve Acar, Ö. (2018). FETEMM Eğitimi ve Argümantasyona Dayalı Olarak İşlenen 7. Sınıf Elektrik Enerjisi Ünitesinin Öğrenci Kazanımlarına Etkisi. *Bildiri Tam Metin Kitabı Proceeding Book*, 88.
- Büyüköztürk, Ş. (1997). İki Faktörlü Varyans Analizi. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*,30 (1) [https://doi.org/10.1501/Egifak\\_0000000272](https://doi.org/10.1501/Egifak_0000000272)
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*, Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö. ve Köklü, N. (2013). *Sosyal Bilimler için İstatistik*. (12. Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayınları
- Can, A. (2019). *SPSS ile Bilimsel Araştırma Sürecinde Nicel Veri Analizi*. Pegem Yayınları. Ankara
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (Eds.). (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Springer Science & Business Media.
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and psychological measurement*, 20(1), 37-46.
- Creswell, J. W., Fetters, M. D., Plano Clark, V. L., & Morales, A. (2009). Mixed methods intervention trials. *Mixed Methods Research for Nursing And The Health Sciences*, 159-180.
- Çayır Ervural, B. (2020). Varyans analizi (anova) ve kovaryans analizi (ancova) ile deney tasarımı: bir gıda işletmesinin tedarik süresine etki eden faktörlerin belirlenmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7 (2), 923-941.
- Demircioğlu, T., ve Uçar, S. (2014). Investigation of written arguments about Akkuyu nuclear power plant. *Elementary Education Online*, 13(4) 1373-1386.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Duschl, R. A., & Grandy, R. (2013). Two views about explicitly teaching nature of science. *Science Education*. 22 (9), 2109–2139.
- Ekici, F. (2022). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının stem farkındalıkları, stem görüşleri ve stem odaklı argümantasyon becerilerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi.

- English, L. D., King, D., and Smeed, J. (2017). Advancing integrated STEM learning through engineering design: sixth-grade students' design and construction of earthquake resistant buildings. *Journal Education Research*, 110, 255–271.
- Erduran, S. & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. New York: Springer.
- Fleiss, J. L. (1971). Measuring nominal scale agreement among many raters. *Psychological bulletin*, 76(5), 378.
- Frankel, J. R. & Wallen, N. E. (2006). *How to Design and Evaluate Research in Education*. Boston: McGraw-Hill
- Gülen, S. (2016). Fen-Teknoloji-Mühendislik ve Matematik Disiplinlerine Dayalı Argümantasyon Destekli Fen Öğrenme Yaklaşımının Öğrencilerin Öğrenme Ürünlerine Etkisi. Ondokuz mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi.
- Gülpınar, Ş. N. (2019). *Fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarının STEM'e yönelik farkındalık, tutum ve görüşlerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.
- Gülseven, E., Tüysüz, M., & Tozlu, İ. (2021). Argümantasyon temelli FeTeMM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesine yönelik akademik başarılarına, tutumlarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi. *Başkent University Journal of Education*, 8(2), 315-333.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 1089-1113.
- Harwell, M., Moreno, M., Phillips, A., Guzey, S. S., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2015). A study of STEM assessments in engineering, science, and mathematics for elementary and middle school students. *School Science and Mathematics*, 115(2), 66–74. <https://doi.org/10.1111/ssm.12105>
- Hiğde, E. ve Aktamış, H. (2017). Fen Bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon temelli fen derslerinin incelenmesi: Durum çalışması. *İlköğretim Online*, 16(1), 89-113.
- Hiğde, E., & Aktamış, H. (2023). Araştırma-sorgulamaya ve argümantasyona dayalı öğretimin argümantasyon, araştırma-sorgulama ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* (59), 160-175. <https://doi.org/10.9779/pauefd.1073144>
- Hu, W. & Guo, X. (2021). Toward the development of key competencies: a conceptual framework for the STEM curriculum design and a case study. *Frontiers in Education*, 6.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. S. Erduran ve M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research içinde* (s. 3-28). New York: Springer.
- Kaya, E., Cetin, P. S., & Erduran, S. (2014). Adaptation of two argumentation tests into Turkish. *Elementary Education Online*, 13(3), 1014-1032.

- Kuhn, D. & Franklin, S. (2006). *The second decade: what develops (and how)*. D. Kuhn & R. S. Siegler (Eds.), Handbook of child psychology içinde (s. 953-989). New Jersey: John Wiley ve Sons, Inc.,
- Kelley, T. R. & Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education* 3(11), 1-11.
- Kutlu, Ö., Doğan, C. D., & Karakaya, İ. (2017). Ölçme ve değerlendirme performans ve portfolyoya dayalı durum belirleme. *Pegem Atıf İndeksi*, 001-212.
- Landis, J. R., & Koch, G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159-174.
- Mathis, C. A., Siverling, E. A., Glancy, A. W., Guzey, S. S., & Moore, T. J. (2016, June). students' use of evidence-based reasoning in k-12 engineering: A Casestudy (Fundamental). *In 2016 ASEE Annual Conference & Exposition*.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2013). *İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2017). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Naj'Iyah, A. L., Viyanti, & Suyatna, A. (2021). Learning strategies design to accommodate learning styles, initial knowledge and reduce the differences of scientific reasoning and argumentation performance. *Journal of Physics*, 1788(1), 1–11.
- Nga, N. T., Quỳnh, T. T. X., Uyên, N. P., & Trung, T.T. (2022). Một số nghiên cứu về năng lực STEM trên thế giới và đề xuất khung năng lực STEM cho học sinh phổ thông tại Việt Nam (An overview study on STEM competencies in the world and propose a STEM competency framework for high school students in Vietnam), *Tạp chí Giáo dục*, 22, 48-53.
- Nichols, K., Musofer, R., & Haynes, M. (2022, December). How to promote STEM competencies through design. *In Frontiers in Education* (Vol. 7, p. 982035). Frontiers.
- Öğreten, B., & Uluçınar Sağır, Ş. (2014). Argümantasyona dayalı fen öğretiminin etkililiğinin incelenmesi. *Journal of Turkish Science Education*, 11(1), 75-100.
- Öztürk, N., Yılmaz Tüzün, Ö., & Çakır Yıldırım, B. (2019). Öğretmen Adaylarının STEM (FTMM) Konularının Öğretimine Yönelik İnanç ve Görüşlerinin İncelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 9(4), 649-665. <https://doi.org/10.24315/tred.473464>
- Park, H., Byun, S. Y., Sim, J., Han, H. S., & Baek, Y. S. (2016). Teachers' perceptions and practices of STEAM education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1739-1753.
- Razi, A. & Zhou, G. (2022). STEM, iSTEM, and STEAM: What is next? *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 5(1), 1-29. <https://doi.org/10.46328/ijte.119>
- Sampson, V. ve Blanchard, M. R. (2012). Science Teachers and Scientific Argumentation: Trends in Views and Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1122–1148.
- Sampson, V., Grooms, J. ve Walker, J.P. (2011). Argument-driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217-257



- Sariođlu, G. (2022). *Astronomi dersine yönelik bilimsel akıl yürütme stillerine uygun stem ve argümantasyon etkinlikleri geliştirme ve etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarılarına, akıl yürütme ve argümantasyon becerilerine etkisi*. Yüksek lisans tezi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
- Saxton, E., Burns, R., Holveck, S., Kelley, S., Prince, D., Rigelman, N., & Skinner, EA (2014). A common measurement system for K-12 STEM education: Adopting an educational evaluation methodology that elevates theoretical foundations and systems thinking. *Studies in Educational Evaluation*, 40, 18–35. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2013.11.005>
- Şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlilik*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Şentürk, S., Erginel, N., Kaya, İ., & Kahraman, C. (2014). Fuzzy exponentially weighted moving average control chart for univariate data with a real case application. *Applied Soft Computing*, 22, 1-10.
- Sözen, M. (2022). *Entegre STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin argümantasyon becerilerine etkisi*. Yüksek lisans tezi. Pamukkale Üniversitesi.
- Taylor, P. C. (2016). “Why is a steam curriculum perspective crucial to the 21st century?,” in research conference 2016 - improving STEM learning: What will it take?., Brisbane, 7-9 August 2016.
- Toulmin, S. (2000). *Return to Reason*. Harvard University pres: Cambridge, London.
- Trung, T. T., Quỳnh, T. T. X., Uyên, N. P., & Nga, N. T. (2022). Xây dựng và chuẩn hóa công cụ đánh giá năng lực stem của học sinh trung học phổ thông tại thành Phố Hồ Chí Minh (Develop and standardize a stem competency assessment tool for high school students in Ho Chi Minh City). *Ho Chi Minh City University Of Education Journal of Science*, 19(8), 1255- 1270. [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.19.8.3408\(2022\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.19.8.3408(2022))
- Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği [TÜSİAD] (2016). *Türkiye'nin Küresel rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0 Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi* [https://tusiad.org/tr/yayinlar/ raporlar/item/8671-turkiyenin-sanayi-40-donuşümü](https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/8671-turkiyenin-sanayi-40-donuşümü) (Erişim tarihi 21.12.2023)
- Uçar,R. (2019). *Argümantasyonla zenginleştirilmiş STEM etkinliklerinin 7.sınıf öğrencilerinin “Güneş Sistemi ve ötesi” ünitesindeki akademik başarılarına, astronomi “ye yönelik tutumlarına, eleştirel düşünme eğilimlerine ve STEM kariyer ilgilerine etkisi*. Yüksek lisans tezi. Adnan Menderes Üniversitesi
- Zhou, K. Z.& Wu, F. (2010). Technological capability, strategic flexibility,and product innovation. *Strategic Management Journal*,31(5), 547-561
- Yapıcıoğlu, A. E. (2016). *Fen bilimleri öğretmen eğitiminde sosyobilimsel durum temelli yaklaşım uygulamalarının etkinliğine yönelik bir karma yöntem çalışması*. Doktora tezi. Hacettepe Üniversitesi.
- Yıldırım, B. (2016). *7. sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi*. Doktora tezi Gazi Üniversitesi.
- Yıldırım, B., & Selvi, M. (2018). Ortaokul öğrencilerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6 (STEMES'18), 47-54.

Zemelman, S., Daniels, H., & Hyde, A. (2005). *Best practice: Today's standards for teaching and learning in America's schools*. Education Review.

## **EXTENDED ABSTRACT**

### **Introduction**

In science, the main goal is to understand the world and to examine the problems encountered, to reveal the problem situation and to find functional solutions to eliminate this problem. Our daily lives are becoming increasingly complex, problem-oriented and technology-rich. In order for individuals to adapt to the environment and keep up with today's rapidly changing and developing world, it is inevitable for them to specialize in interdisciplinary knowledge and skills in the fields of science, technology, engineering and mathematics (Taylor, 2016). STEM education is accepted as an approach that serves the integrated learning of science, technology, engineering and mathematics disciplines, uses different disciplines together, allows individuals, especially students, to specialize in different fields, and encourages individuals to research and question (Yıldırım, 2016). Learning science subjects by structuring them in a meaningful and permanent way and transferring them to daily life and making them a lifestyle is the most important output of the teaching process. In this sense, it is also very important to gain various skills. In this sense, the argumentation process cannot be separated from research and inquiry. Argumentation-based teaching processes are seen as an effective method by many science educators in terms of developing scientific thinking and science literacy (Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2007; Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007; Hiçde & Aktamış, 2023). Inquiry practices in the argumentation process are seen not only as the main way to gain other competencies in STEM, but also as a key competency that includes processes such as scientific inquiry, engineering practices, digital learning, etc. (Hu & Gou, 2021). In this sense, inquiry practices during the STEM teaching process cannot be separated from the argumentation process.

When the literature on STEM competencies is examined, it is seen that in international studies, the collinearity of science and mathematics scores of people belonging to different education levels is used to determine competencies. In addition, in both international and national studies, it is seen that STEM competencies are mostly studied on self-efficacy (Arslanhan, 2019; Öztürk, Yılmaz Tüzün, Çakır Yıldırım, 2019; Gülpınar, 2019; Nga et al. 2022; Trung et al. 2022; Arıkan et al. 2022; Arıkan et al. 2023). When these studies were examined, no study was found that examined the argumentation skills and STEM competencies of pre-service science teachers by creating a model that combines argumentation and STEM process. The aim of this article is to investigate the effect of the activities prepared with the Argumentation-Based STEM Model, which is prepared by combining the argumentation process and STEM at different levels, on the argumentation skills and STEM competencies of pre-service science teachers.

### **Method**

The study group of the research consisted of 91 4th grade pre-service science teachers studying at a state university in the spring semester of the 2018-2019 academic year. The experimental and control groups, which are the large groups in the study, were randomly assigned from two previously formed branches (branches A and B).

### **Instruments and Analysis**

Within the scope of the study, the Scientific Argumentation Skills Test (SAST) was developed by the researcher as a pre-test and post-test to determine argumentation skills and the STEM Competency Assessment Form (SCAF) was developed by the researcher to examine the effect of the implementation process on the STEM competencies of pre-service teachers.

Scientific Argumentation Skills Test showed a normal (Table 4) (Büyüköztürk, Çokluk, Köklü, 2013; Can, 2019). For this reason, the data were analyzed with parametric tests such as dependent groups t test and independent groups t test.

While examining the effect of the research process on pre-service teachers' STEM competencies, the data were quantified by evaluating the experimental and control groups with SCAF during the large group discussion at the end of each of the three applications. The data obtained were evaluated for normality with the Shapiro-Wilks test and were found to be normally distributed. The parametric test to test whether there is a significant difference between the means of consecutive measurement results for the same groups is one-way (factorial) Analysis of Variance (ANOVA) for repeated measures, while Two-way (factorial) Analysis of Variance (ANOVA) for Mixed Groups was used to compare the experimental and control groups with the same data (Büyüköztürk, 1997, 2012; Can, 2019).

### **Findings and Conclusion**

Statistical comparisons were made with the quantitative data obtained from the Scientific Argumentation Skills Test (SAST) administered as pre-test and post-test to pre-service teachers participating in two different teaching practices. As a result of the dependent t-test, no significant difference was found between the pretest and posttest scores of the control group ( $p = .060$ ). This finding reveals that STEM practices with the control group had no effect on increasing the argumentation skills of pre-service teachers. Likewise, when the in-group development of the experimental group was monitored, it was observed that there was a significant increase in the mean argumentation skills of the pre-service teachers who participated in the Argumentation-Based STEM practices after the practices with a significance value of  $p = .000$ . This finding shows that the Argumentation-Based STEM interventions with the experimental group had an effect that supported the argumentation skills of the pre-service teachers in this group and helped them to develop. When the post-tests of the 1 groups were compared, it was seen that there was a significant difference between the groups ( $p = .048$ ) (Table 8) and this difference was in favor of the Argumentation-Based STEM group, which was the experimental group. As a result, it was seen that the Argumentation-Based STEM practices in the experimental group were effective in improving both the argumentation processes and argumentation skills of the pre-service teachers in the experimental group.

In another stage of the study, the effect of Argumentation-Based STEM practices on pre-service teachers' STEM competencies was examined. A one-factor repeated variance analysis of variance (ANOVA) was conducted to examine the effect of the experimental and control groups on their STEM competencies (Table 9). As a result of the comparison made in the analysis process in which the results of the three applications were compared, there was a significant difference between the 1st and 2nd applications in the control groups, while there was no significant difference between the 2nd and 3rd applications and the 1st and 3rd applications. When evaluated as an effect in the process, it was seen that STEM Practices did not cause a significant effect on STEM Competencies during the implementation process. In the comparison made with the data of the Argumentation-Based STEM practices group, which was the experimental group, it was seen that there was a significant difference between the mean scores of Practice 1 and Practice 3, since the significance value between Practices 1 and 3 was  $p = .023$  (Table 9). Moreover, the significant difference between Practice 1 and Practice 3 supports the conclusion that the Argumentation-Based STEM practices group progressed by revealing a significant difference in each practice in terms of STEM Competence.

In the process of comparing the data obtained from the STEM Competency Form in terms of experimental and control groups, repeated measures ANOVA for mixed measures was used. With this analysis, the common effect of groups and measurement was examined. As a result of the analysis, Wilks' Lambda= .513, [F(2-17)= 8.072, p= .003 for STEM Competencies and Wilks' Lambda= .762, [F(2-17)= 2.655, p= .099 for STEM Competencies Groups. Since this value between STEM Competencies Groups is greater than .05, the interaction effect is not significant for the two groups. There was no significant difference between the experimental and control groups in terms of STEM competencies over time.