



STEM Odaklı Öğretim Süreçlerinde Öğrencilerin Matematiksel Muhakeme Becerilerinin İncelenmesi*

Investigation of Students' Mathematical Reasoning Skills in STEM-Focused Teaching Processes

Dr. Şule KOÇYİĞİT¹, Prof. Dr. Kürşat YENİLMEZ²

Öz

Bu çalışmanın amacı STEM odaklı öğretim süreçlerinde öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerinin incelenmesidir. Çalışma bir eylem araştırmasıdır. Araştırma, bir devlet meslek lisesinin elektrik-elektronik teknolojileri ve otomasyon teknolojileri bölümü 10. sınıfında öğrenim gören 48 öğrenciyle yürütülmüştür. Araştırmada STEM eğitimi, II. dereceden denklem ve fonksiyonlar konusu kapsamında uygulanmıştır. Araştırmanın verileri, ön-test olarak “Cebirsel Muhakeme Değerlendirme” Aracı, son-test olarak “Matematiksel Muhakeme Değerlendirme Aracı” ve saha notları aracılığı ile toplanmıştır. Araştırmada uygulanan “Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı”, I. dereceden denklemler konusunu içermekte olup, ‘Matematiksel Muhakeme Değerlendirme Aracı’ ise II. dereceden denklemler ve fonksiyonlar konusunu kapsamaktadır. Veri analizi sonucunda STEM odaklı öğretimin öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı görülmüştür. Bu kapsamda matematik derslerinde STEM eğitiminin yaygınlaştırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: STEM eğitimi, matematiksel muhakeme, saha notları, meslek lisesi

Makale Türü: Araştırma

Abstract

The aim of this study is to examine students' mathematical reasoning skills in STEM-oriented teaching processes. The study is an action research. The research was conducted with 48 students studying in the 10th grade of a state vocational high school, department of electrical-electronic technologies and automation technologies. In the research, STEM education was applied within the scope of quadratic equations and functions. The data of the study were collected through “Algebraic Reasoning Assessment Tool” as a pre-test, “Mathematical Reasoning Assessment Tool” as a post-test and field notes. “Algebraic Reasoning Evaluation Tool” applied in the research includes the subject of first-order equations, and the “Mathematical Reasoning Evaluation Tool” covers the subject of quadratic equations and functions. As a result of data analysis, it was seen that STEM-oriented instruction contributed to the development of students' mathematical reasoning skills. In this context, it is recommended to expand STEM education in mathematics courses.

Keywords: STEM education, mathematical reasoning, fields notes, vocational high school

Paper Type: Research

Giriş

Sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçilen çağımızda hem ülkelerin küresel ekonomide rekabet edebilmeleri hem de bireylerin 21. yüzyıl becerilerine sahip olabilmeleri için son yıllarda pek çok ülkenin eğitim gündeminde yer alan STEM eğitimi, 21. yüzyıla uygun

*Bu çalışma birinci yazarın “STEM Odaklı Öğretim Süreçlerinde Öğrencilerin Matematiksel Muhakeme, Matematiğe Yönelik Tutum ve Özyeterliliklerinin İncelenmesi” başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

¹Milli Eğitim Bakanlığı, Afyonkarahisar TOKİ Sosyal Bilimler Lisesi, sulekesgin@gmail.com

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, kyenilmez@ogu.edu.tr

Atf için (to cite): Koçyiğit, Ş., Yenilmez, K. (2022). STEM odaklı öğretim süreçlerinde öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerinin incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(1), 122-145.

paradigma ve öğrenme modellerinden biri olarak görülmektedir (Akgündüz, Ertepinar, Ger, Kaplan-Sayı ve Türk, 2015). Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) disiplinlerinin İngilizce kısaltması olan STEM eğitimi, öğrencilerin dünyayı parçalardan ziyade, bir bütün olarak anlamalarını sağlayarak dört disiplini, birleşmiş bir öğretim ve öğrenme anlayışı içinde bütünleştirir (Lantz, 2009). Her bir disiplinin kendine özgü bilgi tabanı, özel uygulamaları ve belirli zihin alışkanlıklarının olmasından dolayı öğrenme ve öğretme için disiplinler yaklaşım daha pragmatik olarak görülmüş ancak işletme ve sanayide karşılaşılan sorunların karmaşıklığı, teknoloji, bilim ve ilişkili alanların multidisipliner doğası ve 21. yüzyıl işgücünün gereklilikleri eğitimde disiplinler arası bir yaklaşımı gerektirmiştir (Dixon ve Hutton, 2016). Bu bağlamda bütünleştirici bir programın geliştirilmesinin ve uygulanmasının öğrencilerin disiplinler arasında ve gerçek yaşamla bağlantı kurmalarını ve öğrenmeye istekli olmalarını sağlayacağı düşünülmüştür (Satchwell ve Loep, 2002). Bu doğrultuda STEM eğitimi, küresel çapta meydana gelen ekonomik ve teknolojik değişimlere ülkelerin ve bireylerin adapte olabilmesi, öğrencilerin okulda öğrendiklerini günlük hayat ve diğer disiplinlerle ilişkilendirebilmesi ve bütüncül bakış açısına sahip olabilmesi için oldukça önemli görülmektedir. Ayrıca, STEM eğitiminin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine, yürütücü biliş becerilerine, bilimsel düşünme becerilerine katkı sağlayacağı da düşünülmektedir (Yıldırım ve Altun, 2015).

Eski astronot ve senatör John Glenn liderliğinde hazırlanan Glenn Komisyon Raporu, okulların, öğrencileri Amerikan ekonomisinin rekabete dayalı teknolojik gelişmelerde varlığını sürdürebilmesi için gereken becerilerle donatmada yetersiz kaldığını ortaya koymuştur (Van de Walle vd., 2014). Bu beceriler, çoğunlukla Amerikan toplumunun alt yapısını inşa edecek matematiksel becerilerdir (Van de Walle vd., 2014). Muhakeme yapma, ilişki kurma, iletişim kurma, karar verme ve çıkarımda bulunma gibi matematiğin temelinde bulunan ve öğretim programlarında matematiksel süreç becerileri olarak geçen beceriler kişinin sadece matematik dersinde başarılı olmasını sağlamaz aynı zamanda kişinin günlük hayatında ve iş yaşamında da başarılı olmasını sağlar. Aynı zamanda bireyin üst düzey düşünme becerilerini geliştirir. Leopold ve Edgar (2008) matematikte kavramsal anlayışları daha gelişmiş olan öğrencilerin STEM kurslarında daha başarılı olduğunu belirtmiştir. Matematik disipliniyle etkili bir şekilde düşünmeyi ve iletişim kurmayı öğrenen öğrenciler, işyerinde giderek takım çalışması, iş birliği ve iletişim gerektiren değişikliklere daha iyi hazırlanırlar (SACNS, 1991; Endüstriyel ve Uygulamalı Matematik Derneği 1996; akt. NCTM, 2000).

Carnevalle, Melton ve Smith (2011) matematiksel muhakemeyi STEM yetenekleri arasında ifade etmiş ve matematiksel muhakemenin, STEM mesleklerinde en fazla kullanılan becerilerden biri olduğunu belirtmiştir. Henderson (2003) yazılım mühendisliğinde matematiksel muhakemenin rolünü incelediği çalışmasında yazılım mühendislerinin matematiği açık ve formal olarak kullanmadıklarını ancak dolaylı olarak matematiksel muhakemeyi sürekli kullandıklarını belirtmiştir.

Hem günlük yaşam hem de akademik hayatta bilgi ve ilişki kurma, muhakeme yapma, problem çözme gibi becerilerini sıklıkla kullandığımız matematik disiplininin öğrencilere nasıl öğretileceği sorusu gündeme gelmektedir. Genellikle öğrenciler matematiği zor, sıkıcı, soyut, anlaşılabilir ve günlük hayatlarında karşılımlarına çıkmayan bir disiplin olarak görmektedirler. Soyut kavramlar somutlaştırılmadan verildiğinde öğrenciler tarafından zor, sıkıcı, faydalı olmayan ve uygulama alanı olmayan kavramlar olarak görülebilir (Özgen ve Pesen, 2008). Matematik eğitimi alanında yapılan öneriler kapsamında STEM eğitiminin matematik eğitiminde kullanılmasının öğrencilerin neden matematik öğrenmeleri gerektiğine ilişkin düşüncelerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Pek çok öğrenci matematiği prosedür ve kural olarak görmekte ve bu durum onların matematiğin zenginliklerini görebilmeleri ve matematik yetkinliği geliştirebilmeleri için kullanılacak birçok yaklaşımı deneyimlemelerini önlemektedir (Mensah, Okyere, ve Kuranchie, 2013). STEM eğitimi, bağlam sağlayarak öğrencilerin matematiğin prosedür ve kurallardan ibaret olmadığını, matematiğin hem günlük

hayatlarında hem de bilim, teknoloji ve mühendislik alanlarında uygulamalarını ve diğer disiplinlerle ilişkisini görmelerini sağlar. Yapılan çalışmalar STEM eğitiminin matematik akademik başarısını arttırdığını göstermektedir (Acar, Tertemiz ve Taşdemir, 2018; McClain, 2015; Siregar, Rosli, Maat & Capraro, 2020). Bununla beraber STEM eğitimi, disiplinler arası öğrenme ortamıyla öğrencilere bilimsel yöntemin günlük hayatta nasıl uygulanabileceğini göstermeyi amaçlamaktadır ki bu kapsamda matematiğin yaşam koşulları ile ilişkili olarak yararlılığını anlamak olan matematik okuryazarlığını geliştirmek için kritik bir öneme sahiptir (Karahan ve Bozkurt, 2017).

Matematik öğretiminin en önemli hedeflerinden birisi neden, niçin sorularına karşılık olarak mantıklı cevaplar elde etmenin diğer bir deyişle muhakemenin gelişimini sağlamaktır (Altıparmak ve Öziş, 2005). Varsayımlar yapmayı ve tümdengelimsel argümanlar geliştirmeyi içeren matematiksel düşünme ve muhakeme becerileri, yeni görüşler geliştirmek ve ileri çalışmaları teşvik etmek için bir temel olması bakımından önemlidir (NCTM, 2000). Matematikte muhakeme, kanıtlara veya belirtilen varsayımlara dayanarak mantıksal sonuçlar çıkarmayı içerir (NCTM, 2009). Bir problemde sorulan soru anlaşılmadan çözüme başlanamaması, dayanakları, gerekçeleri gösterilmeden matematiksel fikirlerin savunulamaması ve matematiksel ispat yapılırken baştan kabullerde bulunup daha sonra doğru ya da yanlışlığına karar verilmesi muhakeme gerektiren durumlardır ki bu da matematiksel muhakemenin, matematiğin temelini oluşturduğunu gösterir (Umay, 2003). STEM eğitimi, öğrencilerin matematiğin gerçek yaşamla ve diğer disiplinlerle ilişkisini ve uygulama alanlarını görmeleri yani matematiksel konuların ne işe yaradığını görmeleri açısından önemlidir. Bu kapsamda STEM eğitimiyle, öğrencilerin “Matematik bizim ne işimize yarayacak?” sorularına cevap bulacağı dolayısıyla neyin nereden geldiğini ve ne işe yaradığını görecekleri düşünülmektedir. Matematiksel konuların ortaya çıkışı zaman zaman ihtiyaç kaynaklı olduğu için öğrencilerin matematiksel konuların neden ortaya çıktığını anlamalarına katkı yapacaktır. Bu kapsamda STEM eğitiminin öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerini geliştireceği ön görülmektedir.

Meslek liselerinde diğer lise türlerinde olan öğretim programlarının uygulanmasının yanı sıra mesleki bölümlerine göre ayrı öğretim programları da uygulanmaktadır. Örneğin elektrik ve elektronik teknolojileri bölümünde coğrafya, fizik ve matematik gibi derslerin yanında elektrik alanına mahsus dersler de bulunmaktadır. Dolayısıyla meslek lisesi türlerinden olan eski adı endüstri meslek lisesi programlarının, ilgili bölümünün üniversite kademesinde mühendislik alanının temelini oluşturduğu söylenebilir. Örneğin elektrik bölümü, elektrik mühendisliğinin temelini oluşturmaktadır. Mesleki ve teknik eğitimde, bireylerin sektörün iş gücü ihtiyacına cevap verecek nitelikte olması ve gelişen teknolojiye uyum sağlayabilmesi amaçlanmaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı, [MEB], 2018). TÜSİAD (2014) raporunda Ar-Ge alanında üniversite mezunları kadar, teknik elemanların ve ustaların da iş hayatında buluş yapma, var olan sistemleri çözümlenme ve çalışma prensiplerini anlama bakımından oldukça önemli olduğu ifade edilmiştir. Dolayısıyla işin mutfağında yetişen meslek lisesi öğrencilerinin STEM alanlarından fen ve matematik bilgi ve becerileri hem bölüm dersleri hem de iş yaşamları için temel teşkil etmektedir. Matematik, meslek lisesi öğrencilerinin mesleğe daha iyi hazırlanmaları, iş yaşamı başarılarının artması ve çağdaş teknolojinin gerekleri doğrultusunda yetişmeleri için vazgeçilmez bir öneme sahiptir (MEB, 2005; akt. Hatisaru ve Erbaş, 2013). Ancak meslek liselerinde özellikle de endüstri meslek liselerinde matematik disiplinine yönelik akademik başarı oldukça düşüktür (Alacacı ve Erbaş, 2010; Berberoğlu ve Kalender, 2005; Tektaş, 2010). Aynı zamanda meslek lisesinde öğrenim gören öğrenciler kültür derslerini, özellikle de matematik ve fen bilimlerini gereksiz görmekte ve gerek bölüm dersleriyle gerek gerçek hayatla ilişkilendirememektedirler. Genel olarak meslek lisesi öğrencilerinin, fen ve matematik alanlarındaki düşük akademik başarıları (Atik, 2017; Atik, 2018), STEM alanlarına ilgi düzeylerinin ve fen ve teknoloji okuryazarlık seviyelerinin diğer lise türlerine göre daha düşük düzeyde olması (Dilek, 2019) ve inovasyon ve gelişen teknolojilere yönelik yeterli bilgiye sahip olmamaları (Bağcı, Daş, Genç, 2018) ülkemiz eğitim alanında önemli

problemlerden biridir. Mesleki ve teknik eğitim, ülke ekonomisini doğrudan etkilemesinden dolayı ülkenin sosyal ve ekonomik gelişimini sağlama kapasitesine sahiptir (MEB, 2018). STEM eğitimi ve Endüstri 4.0 bileşenlerinin ülke ekonomisi ve sosyal kalkınmasında önemli bir role sahip olması açısından mesleki ve teknik lise programlarına dahil edilmesi önemli olacaktır (TÜSİAD, 2018). Bu kapsamda bu araştırma, matematik dersinin, meslek lisesi öğrencilerinin hazırbulunuşluk düzeyi dikkate alınarak mesleki bölüm dersleriyle (elektrik) ilişkilendirilerek tasarlanması ve böylece öğrencilerin matematiksel bilgi ve becerilerine katkıda bulunmayı amaçlaması bakımından önemlidir.

1. Araştırmanın Amacı

Araştırmada meslek lisesi elektrik bölümü 10. sınıf matematik dersinin STEM eğitimi ile yürütülmesiyle öğrencilerin STEM eğitimi sonucunda matematiksel muhakeme becerilerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

2. Problem Cümlesi

STEM eğitiminin endüstri meslek lisesi 10. Sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerine katkısı var mıdır?

2.1. Alt Problemler

Araştırmanın alt problemleri aşağıdaki biçimdedir:

1.STEM eğitiminin öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerinin gelişimine katkısı bulunmakta mıdır?

1.a. STEM eğitiminin, matematiksel muhakeme boyutlarından cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma alt boyutuna katkısı bulunmakta mıdır?

1.b. STEM eğitiminin, matematiksel muhakeme boyutlarından aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma alt boyutuna katkısı bulunmakta mıdır?

1.c. STEM eğitiminin, matematiksel muhakeme boyutlarından uygun cebirsel muhakemeyi belirleme alt boyutuna katkısı bulunmakta mıdır?

1.d. STEM eğitiminin, matematiksel muhakeme boyutlarından cebirsel ifadelere yönelik çıkarımda bulunma alt boyutuna katkısı bulunmakta mıdır?

1.e. STEM eğitiminin, matematiksel muhakeme boyutlarından çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma alt boyutuna katkısı bulunmakta mıdır?

1.f. STEM eğitiminin, matematiksel muhakeme boyutlarından sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme alt boyutuna katkısı bulunmakta mıdır?

1.g. STEM eğitiminin, matematiksel muhakeme boyutlarından rutin olmayan problemler alt boyutuna katkısı bulunmakta mıdır?

2.Saha notlarına göre STEM eğitiminin öğrencilerde meydana getirdiği değişiklikler nelerdir?

3. Yöntem

Bu araştırma eylem araştırması modelinde gerçekleştirilmiştir. Eylem araştırması alan yazında; “bireylerin kendi mesleki uygulamaları hakkında gerçekleştirdikleri sistematik bir yansıtma, sorgulama ve eylem süreci” (Frost, 2002) olarak tanımlanmaktadır. Eğitim sürecinde ise “eğitim uygulamalarını iyileştirmek için anlamak, değerlendirmek ve sonra değiştirmek amacıyla yapılan bir sorgulama” (Bassegy, 1998) biçiminde tanımlanmaktadır. Alan yazında çeşitli araştırmalarda meslek lisesinde öğrenim gören öğrencilerin dört işlem gibi temel matematiksel bilgi ve becerilerde eksiklerinin görülmesi ve araştırmacının sekiz yıldır meslek lisesinde matematik öğretmeni olarak çalışması var olan eksikleri gözlemlemesinden dolayı

matematik dersini iyileştirmek amacıyla gerçekleştirilmesi açısından eylem araştırması modelinde tasarlanmıştır.

3.1. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örneklemeyle belirlenmiştir. Ölçüt örnekleme önceden belirlenmiş bir dizi ölçütü karşılayan bütün durumların çalışılmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu araştırmanın çalışma grubunu 2017-2018 eğitim-öğretim yılında Afyonkarahisar il merkezindeki bir meslek lisesi elektrik ve elektronik teknolojileri alanında öğrenim gören, elektrik-elektronik dersi kapsamında doğru akım ve alternatif akım modülleri alan, 10. sınıf düzeyinde 48 Anadolu meslek lisesi programı öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırma çalışma grubu için 10. sınıf düzeyinin seçilmesinin nedeni; 9 ve 10. sınıf düzeylerinde matematik öğretim programı bütün lise türlerinde ortak olması ve meslek liselerinin nitelikli Anadolu meslek programlarında 11. ve 12. sınıf düzeylerinde matematik dersinin seçmeli olmasıdır. Meslek liselerinde 9. sınıf düzeyinde mesleki alan dersleri görülmediği için bu çalışmada 9. sınıf düzeyi tercih edilmemiştir. Bu çalışmada STEM eğitiminin matematik öğretim programı kapsamında gerçekleştirilmesi hedeflendiği için çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin meslek lisesinin 10. sınıf düzeyinde öğrenim görmesi ölçüttür.

3.2. Veri Toplama Araçları

Araştırmanın nicel verileri için araştırmanın bağımlı değişkeni olan öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerini ölçme amacıyla ön test olarak Kaya (2015) tarafından geliştirilen “Cebirsel Muhakeme Becerileri Ölçme Aracı” ve son test olarak araştırmacı tarafından geliştirilen “Matematiksel Muhakeme Becerileri Ölçme Aracı” kullanılmıştır. Meslek lisesinde öğrenim gören öğrencilerin temel matematiksel bilgi ve becerilerde dahi oldukça eksik olduğu alan yazında görülmektedir. STEM eğitiminin öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerine katkı sağlayıp sağlamadığının incelendiği bu çalışmada II. dereceden denklemler ve fonksiyonlar konu alanı kapsamında geliştirilen son testin ön test-son test biçiminde uygulanmasının sağlıklı veriler vermeyeceği düşünülmüştür. II. dereceden denklemler ve fonksiyonlar konu alanının ön bilgisi olan I. dereceden denklemler, cebirsel ifadeler ve koordinat sistemi kapsamında geliştirilen ölçme aracının öğrencilerin hazırbulunuşlukları hakkında daha doğru bilgi vereceği düşünülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü öğrencilerin daha önce hiç görmedikleri II. dereceden denklem ve fonksiyonlar konusu kapsamında matematiksel muhakeme becerilerinin ön test olarak uygulanması yerine I. dereceden denklemler, cebirsel ifadeler ve koordinat sistemi kapsamında matematiksel muhakeme becerilerinin değerlendirilmesi uzman görüşü doğrultusunda uygun görülmüştür. Kaya (2015) tarafından geliştirilen “Cebirsel Muhakeme Becerileri Ölçme Aracı”; cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma (8 çoktan seçmeli soru), aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma (2 çoktan seçmeli soru), uygun cebirsel muhakemeyi belirleme (7 çoktan seçmeli soru), cebirsel ifadelere yönelik çıkarımda bulunma (6 çoktan seçmeli), çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma (4 açık uçlu soru), sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme (5 açık uçlu soru) ve rutin olmayan problemler (6 açık uçlu soru) alt boyutlarından oluşmaktadır. “Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı”, 38 maddelik olup 22 açık uçlu soru ve 16 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Araştırmada son-test olarak kullanılan “Matematiksel Muhakeme Becerileri Ölçme Aracı”, “Cebirsel Muhakeme Becerileri Ölçme Aracı” ile aynı alt boyutlarda 30 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Araştırmada, ders planları II. dereceden denklem ve fonksiyonlar konusu kapsamında geliştirilmiştir. Bu çalışmada ders planları, hem gerçek hayatta (parabol örneklerinin gerçek hayatta sıklıkla görülmesi) hem de elektrik (örn. Sönümlü devreler) ve fizik (örn. eğik atış) alanlarında uygulamalarının olması hem de diğer fonksiyon türlerine aktarılabilir olmasından dolayı II. dereceden denklem ve fonksiyonlar konusu kapsamında geliştirilmiştir. Araştırmada uygulanan ders planları ve ölçme araçlarının pilot uygulaması araştırmadan bir yıl önce meslek lisesi elektrik ve elektronik teknolojileri bölümü 10. sınıf düzeyinde öğrenim gören 23 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın nitel verileri için araştırmacının süreç boyunca tuttuğu saha notları kullanılmıştır. Saha notları ve araştırmada kullanılan diğer veri toplama yöntemleriyle elde edilen verilerin birlikte kullanılması hem veri çeşitlemesi hem de araştırmaya yönelik bütüncül bir bakış açısı sağlamaktadır.

3.3. Veri Analizi

Araştırmada ön-test olarak uygulanan “Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı”, I. dereceden denklemler konusu kapsamında geliştirilmiş olup 22 açık-uçlu ve 16 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Araştırmanın son-testini oluşturan “Matematiksel Muhakeme Değerlendirme Aracı”nda 30 soru bulunmakta ve tamamı açık uçlu sorulardır. “Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı”nda bulunan çoktan seçmeli sorular doğru ve yanlış olarak kodlanmıştır. Doğru cevaplar “1”, yanlış cevaplar ise “0” olarak puanlanmıştır. “Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı” ve “Matematiksel Muhakeme Değerlendirme Aracı” nda yer alan açık uçlu soru maddelerinin analizi aşamasında Marzano (2000) tarafından geliştirilen aşamalı puan ölçeği kullanılmıştır. Açık uçlu sorular Marzano (2000) tarafından geliştirilen rubriğe göre “0-1-2-3-4” biçiminde derecelendirilmiştir. Bu araştırmada ön test ve son test karşılaştırması yapılabilmesi için son test maddelerinde 3 ve 4 puanları birlikte değerlendirilmekte ve çoktan seçmeli maddelerin “1” puanına karşılık gelmektedir. 0, 1 ve 2 puanları ise “0” puanına karşılık gelmektedir. STEM eğitiminin öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerine katkı sağlayıp sağlamadığının belirlenmesi için matematiksel muhakemenin her bir alt boyutuna ilişkin ön-test ve son-test veri toplama araçlarından elde edilen verilerin karşılaştırılması frekans ve yüzdeler üzerinden yapılmıştır.

3.4. Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırma kapsamında geçerlik ve güvenirlik için yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir;

- Uygulama sürecinde nitel ve nicel farklı veri toplama araçları ile veriler toplanmış böylece veri çeşitliliği sağlanmıştır.

- Uygulama sürecine yönelik 36 ders saatini kapsayan 6 haftalık bir pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama süreci uzmanlar ile paylaşılmış ve esas uygulamaya dönük eylemler için görüş alınmıştır. Uygulama ön testler ve son testler dahil haftada 6 ders saati olmak üzere 8 haftalık bir süreci kapsamaktadır. Tablo 1’de araştırmanın eylem planını oluşturan 8 haftalık uygulama basamakları görülmektedir.

Tablo 1. Araştırmanın uygulama basamakları

1. Hafta	Araştırmanın ön testi uygulanmıştır. <ul style="list-style-type: none">• Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı – Ön test• Saha notları tutulmaya başlanmıştır.
2. Hafta	<ul style="list-style-type: none">• II. dereceden denklemler konusu kapsamında geliştirilen “Sönümlü Devreler” etkinliği uygulanmıştır.• 5E öğrenme modeline göre etkinliğin giriş ve keşfetme basamakları uygulanmıştır. Keşfetme aşamasında Proteus baskı-devre bilgisayar programı kullanarak delta değerini grafik üzerinde görmüşlerdir.• Saha notları tutulmuştur.
3. Hafta	<ul style="list-style-type: none">• Sönüm etkinliğinin açıklama, derinleştirme ve değerlendirme basamakları uygulanmıştır.• Saha notları tutulmuştur.
4. Hafta	<ul style="list-style-type: none">• “Tesla’yı Tanıyalım” etkinliği uygulanmıştır.• Saha notları tutulmuştur.
5. Hafta	<ul style="list-style-type: none">• “Güneş Ocağı ile Sucuk Pişirme” etkinlikleri uygulanmıştır.• Etkinliğin dikkat çekme ve keşfetme basamakları uygulanmıştır.• Saha notları tutulmuştur.
6. Hafta	<ul style="list-style-type: none">• II. dereceden fonksiyonlar konusu kapsamında 5E öğrenme modeline göre geliştirilen etkinliğin açıklama, derinleştirme ve değerlendirme basamakları uygulanmıştır.• Saha notları tutulmuştur.
7. Hafta	<ul style="list-style-type: none">• II. dereceden denklem ve fonksiyonlara yönelik matematiksel modelleme problemleri uygulanmıştır.• Saha notları tutulmuştur.
8. Hafta	Araştırmanın son testlerini oluşturan veri toplama araçları uygulanmıştır. <ul style="list-style-type: none">• Matematiksel Muhakeme Becerileri Değerlendirme Aracı• Saha notları tutulmuştur.

- Matematiksel muhakeme değerlendirme aracı için bir doktor öğretim üyesi ve meslek lisesinde görev yapan 3 matematik öğretmeninden uzman görüşü alınmıştır.

4. Bulgular

4.1. Birinci Probleme İlişkin Bulgular Ve Yorum

Araştırmanın birinci problemi STEM eğitiminin meslek lisesinde öğrenim gören öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerine katkısı olup olmadığını belirlemeye yöneliktir. Bu amaçla cebirsel muhakeme değerlendirme aracında belirtilen matematiksel muhakeme alt boyutlarının her birine yönelik ön test ve son test puanları karşılaştırılmıştır.

4.1.a. STEM Eğitiminin Cebirsel Yapıları/İlişkileri Tanıma Ve Kullanma Alt Boyutuna Katkısı Bulunmakta Mıdır?

STEM eğitiminin matematiksel muhakeme boyutlarından cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma alt boyutuna katkı sağlayıp sağlamadığının belirlenmesi için ön-test ve son teste öğrenci cevapları analiz edilip puanlanmıştır. Ön testte cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma alt boyutunda 8 soru bulunmaktadır ve bu sorular çoktan seçmelidir. Son testin bu boyutunda 4 soru (alt sorularla 7 soru) bulunup tamamı açık-uçlu biçimindedir. Bu kapsamda ön

test ve son test karşılaştırmaları frekans ve yüzdeler üzerinden yapılmıştır. Tablo 2’de matematiksel muhakemenin cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma alt boyutuna ilişkin ön test ve son testte yer alan sorulara doğru cevap veren öğrencilere yönelik frekans ve yüzdeler verilmiştir.

Tablo 2. Cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma

		n	%	f
Cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma	Cebirsel Muhakeme	48	100	6
	Değerlendirme Aracı (Ön test)		88	9
			75	14
			63	8
			50	5
			38	3
			25	3
	Matematiksel Muhakeme	48	100	14
	Değerlendirme Aracı (Son test)		86	10
			71	6
			57	4
			43	5
			29	4
			14	5

Tablo 2’de görüldüğü gibi ön testte sorulan 8 sorunun tamamını cevaplayan (%100) öğrenci sayısı 6 kişiyken, %88’ini doğru cevaplayan öğrenci sayısı 9 kişidir. Öğrencilerin ön test puanları incelendiğinde 8 maddenin cevaplanma oranı %25 ve %100 aralığındadır. Matematiksel muhakeme değerlendirme aracına ilişkin veriler incelendiğinde öğrencilerden sorulan 7 sorunun tamamını cevaplayan 14 kişiyken, soruların %86’sını doğru cevaplayan öğrenci sayısı 10’dur. Son test maddelerinin cevaplanma oranı %14 ile %100 arasında değişmektedir. Bu durum öğrencilerin ön test maddelerinde daha başarılı olduğunu gösterebilir ancak soruların %70 ve üstü cevaplanma oranına bakıldığında 29 öğrencinin ön test maddelerinin %70 ve üstünü doğru cevapladığı, 30 öğrencinin son test maddelerinin %70 ve üzerini doğru cevapladığı görülmektedir.

Cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma alt boyutunda öğrencilerin ön-test ve son-testte yer alan soruların doğru cevaplandırılma yüzdeleri (%0-100) aralıklara bölüldüğünde öğrencilerin ön-testte yer alan soruları doğru cevaplandırma yüzdelerinin en fazla %70-80 aralığında yığılma gösterdiği görülmektedir. Son testte yer alan soruları doğru cevaplandırma yüzdeleri ise %90 üstünde yığılma göstermektedir.

Cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma alt boyutunda öğrencilerin cevapları incelendiğinde araştırmaya katılan 48 öğrenciden 18 öğrenci ön testte bu boyutta yer alan 8 soruya doğru cevap verme yüzdesini son testte yer alan 7 soruya doğru cevap verme yüzdesine göre düşürmüştür. Örneğin; Ö3 isimli öğrenci cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma alt boyutunda, yer alan sorulara %62,5 oranında doğru cevap verirken son testte yer alan soruların %57’sine doğru cevap vermiştir. Benzer şekilde Ö8 isimli öğrenci ön testte yer alan sorulara %37,5 oranında doğru cevap verirken son testte yer alan sorulara %14 oranında doğru cevap vermiştir. Bu durum, matematiksel muhakemenin cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma alt boyutu için, ön testte yer alan sorularla son testte yer alan soruların yapısından kaynaklanmış olabilir.

Ön testte yer alan soruların çoktan seçmeli sorulardan oluşması ve cebirsel yapı/ilişkilerin daha kolay görülmesi bu durumun ortaya çıkmasına neden olmuş olabilir. Son testte yer alan sorularda ikinci dereceden fonksiyonlara ilişkin cebirsel yapıları kendilerinin bulup yazmaları istenmiştir. Bu kapsamda 18 öğrencinin II. dereceden denklem ve fonksiyonlara ilişkin cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma boyutunda zorlandıkları görülmüştür.

Ancak araştırmaya katılan 48 öğrenciden 18 öğrencinin son testte yer alan sorulara ilişkin doğru cevap yüzdeleri ön test yer alan sorulara göre düşüş gösterirken, 30 öğrencinin doğru cevap yüzdeleri son testte yer alan sorularda yükselmiştir. Bu kapsamda STEM eğitiminin meslek lisesinde öğrenim gören öğrencilerin matematiksel muhakemenin cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma alt boyutuna katkısı bulunduğu söylenebilir.

4.1.b. STEM Eğitiminin Aynı Verinin Farklı Cebirsel İfadelerini Kullanma Alt Boyutuna Katkısı Bulunmakta Mıdır?

STEM eğitiminin matematiksel muhakeme boyutlarından aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini tanıma ve kullanma alt boyutuna katkı sağlayıp sağlamadığının belirlenmesi için ön-test ve son testte öğrenci cevapları analiz edilip puanlanmıştır. Ön testte aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini tanıma ve kullanma alt boyutunda 2 çoktan seçmeli soru bulunmaktadır. Son testin bu boyutunda 3 soru bulunup tamamı açık uçludur. Bu kapsamda ön test ve son test karşılaştırmaları frekans ve yüzdeler üzerinden yapılmıştır. Tablo 3'te öğrencilerin aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini tanıma ve kullanma becerisine ilişkin ön test ve son test puanları frekans ve yüzdeleri sunulmuştur.

Tablo 3. Aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma

		n	%	f	
Aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma	Cebirsel Muhakeme	48	100	11	
	Değerlendirme Aracı (Ön test)		50	30	
			0	7	
	Matematiksel Muhakeme Değerlendirme Aracı (Son test)		48	100	14
				67	13
				33	21

Ön testte sorulan 2 sorunun tamamını cevaplayan öğrenci sayısı 11 kişiyken %50'sini doğru cevaplayan 30 kişidir. 7 öğrenci ise bu boyuttaki hiçbir soruyu doğru cevaplayamamıştır. Öğrencilerin ön test puanları incelendiğinde 2 maddenin cevaplanma oranı %0 ve %100 aralığındadır. Matematiksel muhakeme değerlendirme aracına ilişkin veriler incelendiğinde öğrencilerden sorulan 3 sorunun tamamını cevaplayan 14 kişiyken, soruların %67'sini doğru cevaplayan öğrenci sayısı 13'tür. Son test maddelerinin cevaplanma oranı %33 ile %100 arasında değişmektedir. Son testte aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini tanıma ve kullanma boyutunda sorulan sorulara hiç cevap veremeyen öğrenci bulunmamıştır. Aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini tanıma ve kullanma alt boyutunda ön test ve son testte bulunan maddelerin cevaplanma yüzdeleri incelendiğinde öğrencilerin ön-testte yer alan sorulara verdiklerin cevapların %40 altında yığılma gösterdiği görülmektedir. Buna karşın son testte yer alan soruları doğru cevaplandırma yüzdelerinin ise %40 üstünde yığılma gösterdiği görülmektedir.

Aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini tanıma ve kullanma alt boyutunda öğrencilerin cevapları incelendiğinde araştırmaya katılan 48 öğrenciden 15 öğrenci ön testte yer alan 2 soruya doğru cevap verme yüzdesini son testte yer alan 3 soruya doğru cevap verme yüzdesine göre düşürmüştür. Örneğin; Ö4 isimli öğrenci aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma alt boyutunda, yer alan sorulara %50 oranında doğru cevap verirken son testte yer alan soruların %33'üne doğru cevap vermiştir. Benzer şekilde Ö15 isimli öğrenci ön testte yer alan sorulara %100 oranında doğru cevap verirken son testte yer alan sorulara %67 oranında doğru cevap vermiştir.

Bu durum, matematiksel muhakemenin aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini tanıma ve kullanma boyutunda, son testte yer alan soruların II. dereceden denklemlere ilişkin daha teknik

becerileri gerektirmesinden kaynaklanmış olabilir. Öğrencilerin bilgi ve becerilerine yönelik hazırbulunuşluk düzeyini ölçmeye yönelik ön testinde görüldüğü üzere teknik becerilerinde eksiklikler olduğu görülmüştür. Benzer şekilde aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma boyutunda araştırmanın ön testinde yer alan soruların çoktan seçmeli olması, öğrencilerden denklemler üzerinde işlem yapması ya da denklem kurması istenmemesi ve sayılar arasında örüntünün rahat bir şekilde görülmesi öğrencilerin ön test puanlarının daha yüksek olmasına neden olmuş olabilir.

Tablo 3 incelendiğinde ön test sorularının cevaplanma oranı %0-100 arasındayken son test soruları %33-100 arasında yer almaktadır. Araştırmaya katılan 48 öğrenciden 15 öğrenci, aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma boyutunda ön testte yer alan sorulara cevap verme yüzdesini son testte düşürmüştür. Ancak araştırmaya katılan diğer 33 öğrenci ise aynı boyutta ön testte yer alan sorulara göre son testte doğru cevap verme yüzdesini yükseltmiştir. Bu kapsamda STEM eğitiminin öğrencilerin aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma muhakeme becerisine katkıda bulunduğu söylenebilir.

4.1.c. STEM Eğitiminin Uygun Cebirsel Muhakemeyi Belirleme Alt Boyutuna Katkısı Bulunmakta Mıdır?

STEM eğitiminin matematiksel muhakeme boyutlarından uygun cebirsel muhakemeyi belirleme alt boyutuna katkı sağlayıp sağlamadığının belirlenmesi için ön-test ve son test maddelerine yönelik öğrenci cevapları analiz edilip puanlanmıştır. Ön testte uygun cebirsel muhakemeyi belirleme alt boyutunda 7 çoktan seçmeli soru bulunmaktadır. Son testin bu boyutunda 4 soru bulunup tamamı klasiktir. Bu kapsamda ön test ve son test karşılaştırmaları frekans ve yüzdeler üzerinden yapılmıştır. Tablo 4'te matematiksel muhakemenin uygun cebirsel muhakemeyi belirleme alt boyutuna ilişkin ön test ve son teste ilişkin frekans ve yüzdeleri verilmiştir.

Tablo 4. Uygun cebirsel muhakemeyi belirleme

	n	%	f	
Uygun cebirsel muhakemeyi belirleme	Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı (Ön test)	48	86	1
			71	3
			57	2
			43	5
			29	12
			14	9
			0	16
	Matematiksel Muhakeme Değerlendirme Aracı (Son test)	48	100	4
			75	6
			50	12
		25	16	
		0	10	

Tablo 4'te öğrencilerin uygun cebirsel muhakemeyi belirleme becerisine ilişkin ön test ve son test puanları frekans ve yüzdeler biçiminde sunulmuştur. Ön testte sorulan 7 sorunun tamamını cevaplayan öğrenci bulunmazken %86'sını cevaplayan 1 öğrencidir. Öğrencilerin 16'sı bu alt boyutta yer alan hiçbir soruya doğru cevap verememiştir. Öğrencilerin ön test puanları incelendiğinde 7 maddenin cevaplanma oranı %0 ve %86 aralığındadır. Matematiksel muhakeme değerlendirme aracına ilişkin veriler incelendiğinde sorulan 4 sorunun tamamını cevaplayan 4 öğrenciyken, 10 öğrenci soruların hiçbirine doğru cevap verememiştir. Son test maddelerinin doğru cevaplanma oranı %0 ile %100 arasında değişim göstermektedir.

Uygun cebirsel muhakemeyi belirleme alt boyutunda ön test ve son testte bulunan maddelerin cevaplanma yüzdeleri incelendiğinde uygun cebirsel muhakemeyi belirleme alt boyutunda öğrencilerin hem ön-testte hem de son-testte yer alan soruları doğru cevaplandırma

yüzdesinin %40 altında yığılma gösterdiği görülmektedir. Öğrencilerin bu boyutta matematiksel muhakeme becerilerinin yetersiz olduğu söylenebilir. Ancak soruları doğru cevaplandırma yüzdelerinin ön-teste göre son testte gelişim gösterdiği görülmektedir.

Uygun cebirsel muhakemeyi belirleme alt boyutunda araştırmaya katılan 48 öğrenciden 5 öğrenci ön testte yer alan sorulara doğru cevap verme yüzdesine kıyasla son testte yer alan doğru cevap verme yüzdesini düşürmüştür. Örneğin Ö36 isimli öğrenci ön testte bulunan maddelerin %29'unu doğru cevaplarırken son testte yer alan maddelerin hiçbirine doğru cevap verememiştir. Ö25 isimli öğrenci de ön testte bulunan soruların %71'ine doğru cevap verirken son testte bulunan soruların %25'ine doğru cevap vermiştir. Ön testte bulunan soruları doğru cevaplama yüzdesi son teste göre daha yüksek olan öğrencilerin, bu boyutta yer alan soruları cebirsel ifadeleri kullanmadan dört işlem kullanarak çözdükleri görülmüştür. Ancak son testte II. dereceden fonksiyonların çözümü cebirsel ifade kullanmayı gerektirdiği için çözememişlerdir.

Uygun cebirsel muhakemeyi belirleme alt boyutunda, ön testte yer alan sorular günlük hayatla ilişkilendirilmiş denklem kurma problemleri olup 16 öğrencinin bu soruların hiçbirine cevap veremediği görülmüştür. Öğrencilerin ön testte yer alan çözümleri analiz edildiğinde soruları anlamadıkları ve soruların çözümlerine ilişkin denklem kuramadıkları görülmüştür. Uygun cebirsel muhakeme boyutunda, son testte yer alan soruları öğrencilerin büyük oranda cevapladıkları görülmüştür.

Bu durum son test maddelerinin %75'inin II. dereceden fonksiyonları içermesi yani araştırmanın son uygulama konusu olması dolayısıyla öğrencilerin STEM eğitimiyle matematiği günlük yaşamla ve diğer derslerle ilişkilendirmeye aşına olmasıyla açıklanabilir. Bu kapsamda STEM eğitiminin öğrencilerin uygun cebirsel muhakemeyi belirleme becerisine katkıda bulunduğu söylenebilir.

4.1.d. STEM Eğitiminin Cebirsel İfadelere Yönelik Çıkarımda Bulunma Alt Boyutuna Katkısı Bulunmakta Mıdır?

STEM eğitiminin matematiksel muhakeme boyutlarından cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımda bulunma alt boyutuna katkı sağlayıp sağlamadığının belirlenmesi için ön-test ve son testte öğrenci cevapları analiz edilip puanlanmıştır. Ön testte cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımda bulunma alt boyutunda 6 çoktan seçmeli soru bulunmaktadır. Son testin bu boyutunda 3 soru bulunup tamamı açık-uçludur. Bu kapsamda ön test ve son test karşılaştırmaları frekans ve yüzdeler üzerinden yapılmıştır. Tablo 5'te matematiksel muhakemenin cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımda bulunma alt boyutuna ilişkin ön test ve son test frekans ve yüzdeleri verilmiştir.

Tablo 5. Cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımda bulunma

		N	%	f
Cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımlarda bulunma	Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı (Ön test)	48	83	8
			67	7
			50	10
			33	13
			17	7
	Matematiksel Muhakeme Değerlendirme Aracı (Son test)	48	100	8
			67	14
			33	16
			0	10

Tablo 5 incelendiğinde ön testte sorulan 6 sorunun tamamını cevaplayan öğrenci sayısı 8 iken %67'sini doğru cevaplayan 7 kişidir. Öğrencilerin ön test puanları incelendiğinde 6 maddenin cevaplanma oranı %0 ve %83 aralığındadır. Matematiksel muhakeme değerlendirme aracına ilişkin veriler incelendiğinde öğrencilerden sorulan 3 sorunun tamamını cevaplayan 8 kişiyken, soruların %67'sini doğru cevaplayan öğrenci sayısı 14'tür. Son test maddelerinin cevaplanma oranı %0 ile %100 arasında değişmektedir. Cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımda bulunma alt boyutunda ön test ve son testte yer alan maddelerin doğru cevaplandırılma yüzdeleri incelendiğinde öğrencilerin ön testte yer alan soruları doğru cevaplandırma yüzdeleri %30-%50 arasında yığılım gösterdiği görülmektedir. Son testte yer alan soruları doğru cevaplandırma yüzdelerinin %30-%70 arasında yığılım göstermektedir.

Cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımlarda bulunma alt boyutunda öğrencilerin cevapları incelendiğinde araştırmaya katılan 48 öğrenciden 11 öğrenci ön testte bu boyutta yer alan 6 soruya doğru cevap verme yüzdesini son testte yer alan 3 soruya doğru cevap verme yüzdesine göre düşürmüştür. Örneğin; Ö7 isimli öğrenci cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımlarda bulunma alt boyutunda, yer alan sorulara %83 oranında doğru cevap verirken son testte yer alan soruların %66'sına doğru cevap vermiştir. Benzer şekilde Ö21 isimli öğrenci ön testte yer alan sorulara %17 oranında doğru cevap verirken son testte yer alan soruların hiçbirine doğru cevap verememiştir.

Bu durum cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımda bulunma alt boyutunda, ön testte yer alan soruların çoktan seçmeli olması, çıkarımda bulunulması istenen soruların harfli ifadeler ve denklemler üzerinde işlem yapmayı gerektirmemesi ve günlük hayatla ilişki ve matematiksel kurallara yönelik çıkarımda bulunmayı gerektirmemesinden kaynaklandığı düşünülebilir. Ancak cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımlarda bulunma alt boyutunda son testte bulunan sorular öğrencilerden matematiksel kurallara ilişkin çıkarımda bulunmayı gerektirmektedir. Bu durum öğrencilerin bir kısmını zorlamıştır. Veriler ışığında öğrencilerin ön test ve son testte buldukları soruları doğru cevaplandırma yüzde ve frekansları incelendiğinde STEM eğitiminin meslek lisesinde öğrenim gören öğrencilerin matematiksel muhakemenin cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımlarda bulunma alt boyutuna katkısı olduğu söylenebilir.

4.1.e. STEM Eğitiminin Çıkarıma Yönelik Cebirsel İşlemler Yapma Alt Boyutuna Katkısı Bulunmakta Mıdır?

STEM eğitiminin matematiksel muhakeme boyutlarından çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma alt boyutuna katkı sağlayıp sağlamadığının belirlenmesi için ön-test ve son testte öğrenci cevapları analiz edilip puanlanmıştır. Ön testte çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma alt boyutunda 4 açık uçlu soru bulunmaktadır. Son testin bu boyutunda 6 soru bulunup tamamı açık uçludur. Bu kapsamda ön test ve son test karşılaştırmaları frekans ve yüzdeler üzerinden yapılmıştır. Tablo 6'da matematiksel muhakemenin çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma alt boyutuna ilişkin ön test ve son test frekans ve yüzdeleri verilmiştir.

Tablo 6. Çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma

		N	%	f
Çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma	Cebirsel Muhakeme	48	100	1
	Değerlendirme Aracı (Ön test)		75	5
			50	13
			25	12
			0	17
	Matematiksel Muhakeme	48	100	8
	Değerlendirme Aracı (Son test)		67	7
			50	6
			33	12
			0	15

Tablo 6 incelendiğinde ön testte sorulan 4 sorunun tamamını cevaplayan öğrenci sayısı 1 kişiye %75'ini doğru cevaplayan 5 kişidir. Öğrencilerin ön test puanları incelendiğinde 4 maddenin cevaplanma oranı %0 ve %100 aralığındadır. Matematiksel muhakeme değerlendirme aracına ilişkin veriler incelendiğinde sorulan 6 sorunun tamamını cevaplayan 8 kişiye, soruların %67'sini doğru cevaplayan öğrenci sayısı 10'dur. Son test maddelerinin cevaplanma oranı %0 ile %100 arasında değişmektedir. Çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma alt boyutunda ön test ve son testte yer alan maddelerin doğru cevaplandırılma yüzdeleri incelendiğinde öğrencilerin ön-testte yer alan soruları doğru cevaplandırma yüzdelerinin %40 altında yığılım gösterdiği görülmektedir. Son-testte yer alan soruları doğru cevaplandırma yüzdeleri de %40 altında yığılım göstermektedir.

Çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma alt boyutunda, 6 öğrencinin ön testte yer alan soruları doğru cevaplandırma oranlarının son testte yer alan soruları doğru cevaplandırma oranlarından daha yüksek olduğu görülmüştür. Örneğin Ö33 isimli öğrenci çıkarıma yönelik işlemler yapma alt boyutunda ön testte yer alan soruların %75'ini doğru cevaplarken son testte yer alan soruların %67'sine doğru cevap vermiştir. Ö47 isimli öğrenci de ön testte yer alan soruların %50'sine doğru cevap verirken son testte yer alan soruların %33'üne doğru cevap vermiştir.

Tablo 6'da öğrencilerin ön-test ve son-testte yer alan soruları %40 üstü doğru cevaplandırma yüzdeleri incelendiğinde son testte yer alan soruları daha fazla doğru cevapladığı görülmektedir. Bu kapsamda STEM eğitiminin öğrencilerin çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma muhakeme becerisine katkıda bulunduğu söylenebilir. Ancak çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma alt boyutunda her iki değerlendirme aracında öğrencilerin çoğunluğu bu boyutta yer alan soruların hiçbirine doğru cevap verememiştir. Hem ön testte hem de son testte öğrencilerin çözümleri incelendiğinde öğrencilerin harfli ifadeler ve denklemler üzerinde mantıksal olarak konu alanına ilişkin kavrayış geliştirmiş olsalar da işlem yapmakta yetersiz kaldıkları görülmüştür.

4.1.f. STEM Eğitiminin Sonucun Doğruluğuna Ve Çözüm Yoluna Karar Verme Alt Boyutuna Katkısı Bulunmakta Mıdır?

STEM eğitiminin matematiksel muhakeme boyutlarından sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme alt boyutuna katkı sağlayıp sağlamadığının belirlenmesi için ön-test ve son testte öğrenci cevapları analiz edilip puanlanmıştır. Ön testte sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme alt boyutunda 5 açık uçlu soru bulunmaktadır. Son testin bu boyutunda 7 soru bulunup tamamı açık uçludur. Bu kapsamda ön test ve son test karşılaştırmaları frekans ve yüzdeler üzerinden yapılmıştır. Tablo 7'de matematiksel muhakemenin sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme alt boyutuna ilişkin ön test ve son test frekans ve yüzdeleri verilmiştir.

Tablo 7. Sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme

			n	%	F
Sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme	Cebirsel Değerlendirme Aracı (Ön test)	Muhakeme	48	60	1
		Aracı (Ön test)		40	2
				20	4
	Matematiksel Değerlendirme Aracı (Son test)	Muhakeme	48	100	3
		Aracı (Son test)		86	4
				43	8
			29	8	
			14	10	
			0	15	

Tablo 7 incelendiğinde ön testte sorulan 5 sorunun tamamını cevaplayan öğrenci bulunmazken %60'ını doğru cevaplayan 1 kişidir. Öğrencilerin ön test puanları incelendiğinde 5 maddenin cevaplanma oranı %0 ve %60 aralığındadır. Matematiksel muhakeme değerlendirme aracına ilişkin veriler incelendiğinde sorulan 7 sorunun tamamını cevaplayan 3 kişiye, soruların %86'sını doğru cevaplayan öğrenci sayısı 4'tür. Son test maddelerinin cevaplanma oranı %0 ile %100 arasında değişmektedir. Sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme alt boyutunda ön test ve son testte yer alan maddelerin doğru cevaplandırılma yüzdeleri incelendiğinde öğrencilerin ön-testte yer alan soruları doğru cevaplandırma yüzdesinin %20 altında yığılım gösterdiği görülmektedir. Son-testte yer alan soruların doğru cevaplandırma yüzdesinin ise %30 altında yığılım gösterdiği görülmekle beraber %80 üstünde doğru cevaplandırma yüzdesinin olduğu görülmektedir. Bu kapsamda STEM eğitiminin öğrencilerin sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme becerisine katkıda bulunduğu söylenebilir. Ayrıca ön test ve son test verileri ışığında STEM eğitiminin en çok sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme alt boyutuna katkıda bulunduğu söylenebilir.

Sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme alt boyutunda, iki öğrencinin ön testte yer alan soruları doğru cevaplandırma yüzdelерinin son testte yer alan soruları doğru cevaplandırma yüzdelерine göre daha fazla olduğu görülmüştür. Ö42 isimli öğrenci ön testte yer alan soruların %20'sine doğru cevap verirken son testte yer alan soruların %14'üne doğru cevap verdiği görülmüştür. Ö35 isimli öğrenci de ön testte yer alan soruların yüzde %40'ına doğru cevap verirken son testte yer alan soruların %29'una doğru cevap vermiştir.

4.1.g. STEM Eğitiminin Rutin Olmayan Problemler Alt Boyutuna Katkısı Bulunmakta Mıdır?

STEM eğitiminin matematiksel muhakeme boyutlarından rutin olmayan problemler alt boyutuna katkı sağlayıp sağlamadığının belirlenmesi için ön-test ve son testte öğrenci cevapları analiz edilip puanlanmıştır. Ön testte rutin olmayan problemler alt boyutunda 6 açık uçlu soru bulunmaktadır. Son testin bu boyutunda 3 soru bulunup tamamı açık uçludur. Bu kapsamda ön test ve son test karşılaştırmaları frekans ve yüzdelер üzerinden yapılmıştır. Tablo 8'de matematiksel muhakemenin rutin olmayan problemler alt boyutuna ilişkin ön test ve son test frekans ve yüzdeleri verilmiştir.

Tablo 8. Rutin olmayan problemler

	n	%	F		
Rutin Olmayan Problemler	Cebirsel Muhakeme	48	83	3	
	Değerlendirme Aracı (Ön test)		67	5	
			50	9	
			33	12	
			17	10	
			0	9	
	Matematiksel Muhakeme	48	100	2	
		Değerlendirme Aracı (Son test)		67	10
				33	14
				0	22
			0	22	

Tablo 8'de öğrencilerin rutin olmayan problemlere ilişkin ön test ve son test puanlarına ilişkin frekans ve yüzdeleri sunulmuştur. Ön testte sorulan 5 sorunun tamamını cevaplayan öğrenci bulunmazken %83'ünü doğru cevaplayan 3 kişidir. Öğrencilerin ön test puanları incelendiğinde 5 maddenin cevaplanma oranı %0 ve %83 aralığındadır. Matematiksel muhakeme değerlendirme aracına ilişkin veriler incelendiğinde sorulan 3 sorunun tamamını cevaplayan 2 kişiye, soruların %67'sini doğru cevaplayan öğrenci sayısı 10'dur. Son test maddelerinin cevaplanma oranı %0 ile %100 arasında değişmektedir. Rutin olmayan problemler alt boyutunda öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında son test lehine bir durum söz konusudur. Bu kapsamda STEM eğitiminin öğrencilerin rutin olmayan problemleri çözmeye

becerisine katkıda bulunduğu söylenebilir. Ancak son testte rutin olmayan problemlere yönelik 22 öğrenci hiç doğru cevap verememiştir. Rutin olmayan problemler alt boyutunda ön test ve son testte bulunan maddelerin doğru cevaplandırılma yüzdeleri incelendiğinde hem ön-testte hem de son-testte yer alan soruların doğru cevaplandırma yüzdesinin %40 altında olduğu görülmektedir. Öğrencilerin rutin olmayan problemleri çözme alt boyutunda matematiksel muhakeme becerilerinin zayıf olduğu söylenebilir.

4.2. İkinci Probleme İlişkin Bulgular Ve Yorum

Araştırmanın ikinci problemi saha notlarına göre STEM eğitiminin öğrencilerde meydana getirdiği değişiklikler neler olduğunu belirlemeye yöneliktir.

Araştırmacı tarafından tutulan saha notlarına göre STEM etkinlik uygulamaları doğrultusunda öğrencilerde meydana gelen değişikliklere ilişkin frekanslar Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9. Saha notlarına göre STEM etkinlik uygulamalarının öğrencilerde meydana getirdiği değişiklikler

Kategori	f
Matematiği gerçek yaşamla ilişkilendirme becerisinde gelişme	16
Matematiği diğer disiplinlerle ilişkilendirme becerisinde gelişme	21
Verilen bir sözel problemi cebirsel olarak ifade edebilme becerisi	12
Cebirsel ilişkileri tanıyabilme becerisi	13
Problem çözebilme becerisi	9
Çıkarımda bulunma becerisi	6
Harfli ifadelerle işlem yapabilme becerisi	8
Verilen bir problemin sonucunun doğruluğuna karar verebilme becerisi	7
Bilgisayar yazılım programlarını kullanabilme becerisi	4
Matematik başarısının artması	8
Matematik dersine ilginin ve aktif katılımın artması	19
Matematiğe yönelik yetkinlik algısının gelişimi	6
Grup çalışması yapabilme becerisi	13

Araştırmada, STEM etkinlik uygulamalarının öğrencilerde meydana getirdiği değişim en fazla matematiği diğer disiplinlerle ve gerçek yaşamla ilişkilendirme kategorisindedir. STEM eğitimi uygulanmadan önce öğrencilerin, matematiğin diğer disiplinlerle olan ilişkisini dört işlemle sınırlandırdıkları gözlenmiştir. Uygulamadan önce, cebirsel ifadelerin yer aldığı problemlerle karşılaştıklarında bu problemleri matematik disiplini bağlamında görmüşler ve hem diğer disiplinlerle hem de günlük yaşamla ilişkilendirememişlerdir. Dolayısıyla matematiği yararsız ve gereksiz bir ders olarak görmekteydiler. Öğrenciler, günlük yaşamda dört işlemin yeterli olduğu ve gerisini öğrenmenin gereksiz olduğu kanaatindeydi. Uygulamadan sonra ise matematiğin elektrik alanında uygulamalarını görmüşler ve hem mesleki bölüm dersleriyle hem günlük yaşamla hem de fizik dersleriyle ilişkilendirebilmişlerdir.

Öğrencilere matematiği bölüm derslerinde kullanıp kullanmadıklarını ve hangi konuları kullandıklarını sordum. Öğrencilerin büyük çoğunluğu bölüm derslerinde matematiği hesaplama yapmak için kullandıklarını belirtti. Öğrencilere birinci dereceden denklemlere yönelik bir problem verildi ve çözmeleri istendi. Öğrencilerin bir kısmı soruyu dört işlemle çözdüler ve denklem kurmadılar.

Öğrencilere bu dönem matematik dersini ilk dönemden farklı işleyeceğimi belirttim. Öğrencilerin bir kısmı elektrik ve matematiğin alakalı olmadığını söylediler. Öğrencilere bir elektrik devresinde akım değerinin bulunmasına yönelik bir problem verildi. Öğrenciler, “matematik dersindeyiz bölüm dersinde değiliz” ve “elektrikle matematiğin ne alakası var” gibi tepkiler verdiler.

“Sönümlü Devreler” etkinliğinin uygulama aşamasında matematiğin diğer disiplinlerle ilişkisini tam kuramadılar. Kendi oluşturdukları devrenin elemanlarını dikkate alarak

grup çalışması halinde matematiksel raporunu oluştururken akım, gerilim ve direnç değerlerini belirledikleri ancak cebirsel denklemi kurmakta zorlandıkları gözlemlendi.

“Tesla’yı Tanyalım” etkinliğini uygulamaya başladım. Derse girdiğimde bir öğrenci hangi elektrik konusunu işleyeceğimi sordu. Öğrenciler, matematik ve diğer disiplinleri ilişkilendirmeyi artık garipsemediler.

Son etkinlik olan “Güneş Ocağı ile Sucuk Pişirme” etkinliğinde parabolün odak noktasını hesapladık. Daha sonra parabolik bir düzeneğin odak doğrusu boyunca cam boru içerisinde sıvı geçirildiğinde ve sıvının buharlaşmasıyla ne olacağı sorulduğunda öğrencilerden elektrik üretimi elde edilebileceği biçiminde cevaplar alındı. İki öğrenci fizik dersinde de merceğin odak noktasını hesapladıklarını belirtti.

Öğrencilerden, “Tesla’yı Tanyalım” etkinliğinin ardından gerçek yaşam bağlamında sunulan karmaşık sayı bilgisini ve alternatif akımda empedans hesaplamasını gerektiren bir problem verilmiştir. Öğrencilerden çoğu problemi çözmeye odaklanmışlar ve empedans karmaşık sayılarla yazdıkları görülmüştür.

Araştırmanın saha notları incelendiğinde STEM etkinlikleri uygulanmadan önce öğrencilere sözel bir problem verildiğinde öğrencilerin problemi çözerken denklem kurmadıkları ve problemde verilen sayısal değerler üzerinde işlem yaptıkları gözlenmiştir. Öğrencilerin verilen bir sözel problemi cebirsel olarak ifade etmekte ve harfli ifadelerle işlem yapmakta başarısız oldukları görülmüştür.

Öğrencilere birinci dereceden denklemler konusu kapsamında problemler verildiğinde denklem kurmadan problemde verilen sayılar üzerinde dört işlem gerçekleştirerek çözme yoluna gittikleri görülmüştür. Çözümü daha az işlem gerektiren ve tek bilinmeyen içeren problemlerde öğrencilerin veriler üzerinde doğru muhakeme yaparak ve dört işlem uygulayarak doğru çözüme ulaştığı görülmüştür. Ancak çözümü birden fazla işlem gerektiren, denklem kurmayı içeren ve tek bilinmeyen veya iki bilinmeyen içeren problemlerde doğru muhakeme yapamadıkları, problemde verilen sayılar üzerinde rastgele dört işlem uyguladıkları ve doğru çözüme ulaşamadıkları görülmüştür.

Öğrencilere, birinci dereceden denklemler konusu kapsamında bir hız problemi verilmiştir. Problem, veriler üzerinde doğru muhakeme yapıldığında denklem kurmadan çözülebilecek olup çözümü az işlem gerektiren rutin problemlerdendir. Öğrencilerin çoğu denklem kurmadan veriler üzerinde işlemler yaparak doğru ve tam bir çözüme ulaştılar. Problemi denklem kurarak tahtada çözdüğümde öğrencilerden bir kısmı kafa karışıklığı yaşadıklarını, x'lere gerek olmadığını, denklem kurmadan çözenin daha kolay olduğunu ve kendi çözdükleri yöntemle devam etmek istediklerini belirtti.

“Sönümlü Devreler” etkinliğinin keşfetme aşamasında öğrencilere bir elektrik devresinin akım, direnç ve gerilim değerlerine bulmaya yönelik bir problem verdim. Daha önceki derslerde öğrencilerin çözümünde harfli ifadeler bulunan problemlerin çözümünde zorlandıkları gözlenirken akım, direnç ve gerilim değerlerine yönelik bilinmeyenleri formülde yerine koyabildikleri ve işlem yapabildikleri gözlenmiştir. Harfli ifadelerin elektrik devresinde akım, direnç ve gerilim hesaplamalarında kullanımıyla öğrenciler verilen bir problemin denklemini kurabilmişlerdir.

Saha notları analiz edildiğinde STEM eğitiminin öğrencilerin cebirsel ilişkileri tanıyabilme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı görülmüştür. STEM eğitimi uygulamadan önce öğrencilerin basit cebirsel ilişkileri tanıyabildikleri gözlenmiştir. Ancak karmaşık cebirsel ilişkileri tanımakta zorlandıkları görülmüştür. STEM etkinliklerinin uygulanmasından sonra ikinci dereceden cebirsel ilişkileri tanıma becerilerinde gelişme olduğu görülmüştür.

Tahtaya bir sayı örüntüsü yazdım ve öğrencilerden örüntünün kuralını bulmalarını istedim. Öğrenciler, her sayının üç katına gittiğini belirterek doğru cevabı vermişlerdir. Ancak cebirsel olarak yazamamışlardır. Öğrencilere daha karmaşık bir sayı örüntüsü verildi fakat öğrencilerin çoğu örüntüyü belirleyemezken sadece on iki öğrenci örüntüyü görebilmiştir.

Tahtaya cebirsel bir ifade yazdım ve öğrencilerden bu cebirsel ifadede katsayı, değişken ve sabit terim kavramlarını bulmalarını istedim. Öğrenciler sabit terimin ne olduğunu sordular. Öğrencilerin çoğu katsayı ve değişken kavramlarını doğru olarak söylemişlerdir. Ancak katsayı ve değişken kavramlarını karıştıran öğrenciler de olmuştur.

“Sönümlü Devreler” etkinliğinde Proteus bilgisayar programında elektrik devre grafiğinin diskriminant değerine göre değişimi incelendi. Etkinliğin devamında öğrenciler grup çalışması yaparak verilen bir ikinci dereceden denklem içeren bir elektrik devresinin sönüm tipini belirlediler. Öğrenciler bu etkinlikte değişken ve katsayıları doğru yazdılar.

“Güneş’le Sucuk Pişirme” etkinliğinde öğrencilerle birlikte bir parabolün odak noktasını hesapladık. Daha sonra öğrenciler Geogebra programı ile ikinci dereceden bir fonksiyonun grafiğini oluşturdular. Öğrencilerden farklı katsayılar verdiklerinde grafiklerin nasıl değiştiğini not almalarını istedim. Öğrenciler, ikinci dereceden denklemin katsayılarını doğru belirlediler.

“Güneş’le Sucuk Pişirme” etkinliğinin keşfetme aşamasında öğrencilere ikinci dereceden fonksiyon konusu kapsamında basit bir sayı örüntüsü ($y=x^2$) verdim. Beş öğrenci ilişkiyi belirleyemedi ancak diğer öğrenciler cebirsel ilişkiyi tanıyabildiler. Daha karmaşık bir sayı örüntüsü verdiğimde ise öğrenciler ilişkiyi tanıyabilmekte zorlandılar. Ancak sınıf içinde farklı fikirlerin sunulmasıyla cebirsel ilişkiyi görebilmişlerdir. Bir sonraki örnekte ise daha az zorlanmışlardır.

Saha notları çözümlendiğinde STEM eğitiminin öğrencilerin problem çözme becerileri ve verilen bir problemin sonucunun ve çözüm yolunun doğruluğuna karar verebilme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı görülmüştür. Uygulamadan önce öğrencilerin, problemi anlamadıkları ve çözüme uygun strateji geliştiremedikleri görülmüştür. Ayrıca verilen bir problemin sonucunun ve çözüm yolunun doğruluğuna karar verebilme becerisi gerektiren problemlerde öğrencilerin sonucu zaten var doğrudur düşüncesiyle çözümü incelemeyen doğru kabul etme eğiliminde oldukları gözlenmiştir.

Akıllı tahtada sonucu ve çözüm yolunun doğruluğuna karar verebilme becerisi gerektiren bir problem gösterdim. Öğrenciler, “çözümü var bize neden soruyor” gibi tepkiler verdiler. Öğrenciler, soruyu anlamakta zorlandılar ve çözümü takip edemediler.

Öğrenciler, aritmetikten cebire geçişte sıkıntı yaşamaktadırlar. Bu yüzden cebirsel ifadeler içeren bir problemin çözümünü takip edemiyorlar. Bu derste aritmetikten cebire geçişlerinde yaşadıkları sıkıntıları gidermek ve somutlaştırmak amacıyla phet.colorado’nun simülasyonlarını gördük. Simülasyonlarla somutlaştırma yoluyla öğrencilerin daha iyi anladıkları gözlenmiştir.

Öğrencilerden grup çalışması yapmalarını istedim ve her bir gruba bir R-L-C devresi problemi ve problemin çözümünü içeren bir çalışma yaprağı verdim. Öğrenciler, daha önceki derslerde olduğu gibi çözümü var zaten deyip problemle uğraşmayı bırakmak yerine problemin çözüm basamaklarını takip etmişlerdir.

Saha notları analiz edildiğinde STEM eğitiminin öğrencilerin matematik başarıları, derse ilgi ve aktif katılımları ve matematiğe yönelik yetkinlik algılarında olumlu değişiklikler meydana getirdiği görülmüştür.

Birinci dönem öğrencilerin sınav puanı ortalamaları 40’ın altındaydı. İkinci dönem ilk sınav puanlarının ortalaması 56 puan. Birinci dönem matematik dersinde başarılı olan öğrenciler ikinci dönemde de başarılılar. Birinci dönem matematik dersinde başarısız olan öğrencilerin çoğu yine başarısız ancak orta seviyede olan öğrencilerin matematik başarıları ikinci dönem artmıştır. Matematik başarıları artan öğrenciler, artık matematiği yapabildiklerini belirttiler ve derse daha aktif katıldılar.

Birinci dönem matematik derslerinde uyuyan öğrenciler ikinci dönem uygulamalı etkinliklerle derse daha fazla ilgi gösterdiler ve aktif katıldılar.

Öğrenciler, birinci dönem elektrik derslerinde doğru akım, ikinci dönem alternatif akım modüllerini gördüler. İkinci dönem matematik dersinde doğru akım ve alternatif akım ile ilgili uygulama yapmaları, elektrik devresi kurmaları ve matematiğin uygulamalarını gördükleri için birinci döneme göre matematik dersine karşı ilgileri artmıştır.

Saha notları incelendiğinde STEM eğitiminin öğrencilerin grup çalışması yapabilme becerilerinde olumlu değişiklik meydana getirdiği görülmüştür.

Etkinlikler kapsamında öğrencilere grup çalışması yapacağımızı söyledim. Öğrenciler, ilk grup çalışması için oldukça istekliydi. Çoğu öğrenci grup çalışmasını kendi aralarında sohbet etmek ve telefonlarını benim göremeyeceğim şekilde kullanabilmeleri için bir fırsat olarak gördüler. İlk grup çalışmasında öğrenciler daha çok kendi aralarında sohbet etti ve sürekli uyarmak zorunda kaldım.

“Tesla’yı Tanıyalım” etkinliğinin giriş aşamasında öğrencilerden tekrar gruplarını oluşturmalarını ve her bir gruptan bir öğrencinin telefonunu çıkarmasını istedim. Arttırılmış gerçeklik uygulaması ile Tesla ve Edison hakkında fikir edinmeleri sağlandı. Öğrencilerin kendi aralarında daha az sohbet ettikleri görüldü.

“Tesla’yı Tanıyalım” etkinliğinde öğrencilere R-L-C devresi ve karmaşık sayılar konusunu ilişkilendiren matematiksel raporu grup çalışması yaparak yazmaları görevini verdim. Öğrenciler, grup çalışmalarında daha az sohbet ediyor ve daha çok matematiksel raporu tartışıyorlar.

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu araştırmada STEM eğitiminin meslek liselerinde öğrenim gören öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerine katkısı incelenmiştir. Araştırmada, meslek lisesi elektrik ve elektronik teknolojileri alanında öğrenim gören öğrencilerin ön test olarak uygulanan cebirsel muhakeme becerileri değerlendirme aracından aldıkları puanların oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu durum 10. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin ortaokul konularına ilişkin ciddi eksiklikleri olduğunu göstermektedir. Bu durum meslek liselerinde matematik öğretimi üzerinde yapılan çeşitli araştırmalarda da görülmektedir (Alacacı ve Erbaş, 2010; Berberoğlu ve Kalender, 2005; Bekdemir, 2009). Berberoğlu ve Kalender (2005) ÖSS ve PISA matematik puanlarının okul türlerine göre değişkenliğini incelediği çalışmada meslek liselerinde başarının oldukça düşük olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bekdemir (2009) meslek yüksekokulu öğrencilerinin matematik kaygı düzeylerinin nedenlerini incelediği çalışmada öğrenciler meslek lisesinden mezun olduklarından dolayı matematiksel temel bilgi ve becerilerinin yetersiz olduğu sonucuna ulaşmıştır. Tektaş (2010) meslek yüksekokulu öğrencilerinin matematiğe yönelik tutum puanları ve matematik başarıları arasında anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmış ve bu durumun nedenleri olarak öğrencilerin tamamının meslek lisesinden mezun olması, meslek liselerinde matematik başarısının oldukça düşük düzeyde olması ve meslek lisesinde öğrenim gören öğrencilerin matematiğe karşı önyargılı olmalarını göstermiştir.

Araştırmada STEM eğitiminin matematiksel muhakemenin cebirsel yapıları ve ilişkileri tanıma ve kullanma alt boyutuna, aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini tanıma ve kullanma alt boyutuna, uygun cebirsel muhakemeyi belirleme alt boyutuna, cebirsel ifadelere yönelik çıkarımda bulunma alt boyutuna, çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma alt boyutuna, sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme alt boyutuna ve rutin olmayan problemler alt boyutuna katkısı incelenmiştir. Bu araştırma sonucunda, ön-test, son-testten elde edilen verilere dayanılarak STEM eğitiminin öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı görülmüştür. Sokolowski (2019) benzer şekilde ortaöğretim seviyesindeki öğrencilerle STEM eğitimi gerçekleştirmiş ve STEM eğitiminin öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Akıns ve Burghardt (2006), 4 farklı okuldan 4 öğretmen ve 63 öğrenciyle gerçekleştirdikleri çalışmada mühendislik problemleri bağlamında öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerini incelemişlerdir.

Araştırmada, özellikle ön-teste göre başarısız olan iki öğrenci grubunun matematiksel muhakeme becerilerinin daha fazla gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Alan yazın incelendiğinde STEM eğitiminin fen ve matematik akademik başarısını etkilediğini ortaya koyan çalışmalara rastlanmıştır. Han, Capraro, Capraro (2015) çalışmalarında STEM proje tabanlı öğretimin hem demografik hem de performans düzeyleri açısından farklılık gösteren öğrencilerin matematik başarılarında artışa sebep olduğu ve STEM PJT uygulanmadan önce en düşük matematik başarısına sahip öğrencilerin araştırma sonucunda diğer öğrencilere göre daha fazla gelişim gösterdiği görülmüştür. Çevik (2018) meslek lisesi mobilya bölümü öğrencileriyle yürüttüğü çalışmasında STEM eğitiminin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik akademik başarılarını arttırdığını bulmuştur. Özdemir (2018) meslek lisesi 11. sınıf düzeyinde otomasyon bölümü öğrencilerinin bölüm öğretim programlarını incelemiş ve programlarda gereken matematik konularını belirlemiş ve bu matematik konularını merkeze alarak STEM eğitimi gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda meslek lisesi öğrencilerinin STEM eğitimi sonucunda matematik başarılarının anlamlı derecede arttığı görülmüştür.

Plasman ve Gottfried (2018) mesleki eğitim kapsamında uygulamalı STEM eğitimi alan öğrencilerin okul terki oranlarının STEM eğitimi almayan öğrencilere göre daha düşük olduğu, yükseköğretime devam etme oranlarının daha fazla olduğu ve matematik başarılarının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. Coxon, Dohrman ve Nadler (2018), robotik uygulamalarıyla matematik odaklı geliştirdikleri STEM müfredatının öğrencilerin matematik başarılarını anlamlı derecede pozitif olarak etkilediğini bulmuşlardır. Alemdar, Moore, Lingle, Rosen, Gale, Usselman (2018) ortaokul mühendislik müfredatının öğrencilerin fen bilimleri ve matematik akademik başarıları üzerindeki etkisini incelemişler ve en az iki mühendislik dersi alan öğrencilerin, bu derslere hiç kaydolmamış öğrencilere göre standartlaştırılmış fen ve matematik sınavlarında istatistiksel olarak anlamlı kazanımlar gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır. McClain (2015), STEM eğitiminin 4. sınıf düzeyinde azınlık öğrencilerinin üç yıl boyunca matematik başarıları üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmada, ilk iki yıl STEM eğitimi alan öğrencilerin matematik başarıları STEM eğitimi almayan öğrencilere göre anlamlı derecede yüksek çıkarken üçüncü yıl daha düşük çıkmıştır. Üçüncü yıl STEM eğitimi alan öğrencilerinin matematik başarılarının düşük çıkmasının öğretmen ve okul yönetiminden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Cotabish, Dailey, Robinson, Hughes (2013) STEM eğitiminin, öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve akademik başarılarını arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Krause, Culbertson, Oehrtman ve Carlson (2008) matematik, fen ve mühendislik alanlarının ilişkilendirilmesinin matematik başarısını arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Song ve Lee (2011) eğitimsel robot kullanarak gerçekleştirdikleri STEM eğitiminin öğrencilerin fen ve matematik başarıları üzerinde bilgi boyutunda anlamlı bir farklılık oluşturmadığı ancak anlama ve bilgiyi uyarlama boyutunda STEM eğitimi alan öğrenciler lehine anlamlı farklılık oluşturduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu araştırmanın çalışma grubunun, yetersiz seviyede matematiksel bilgi ve becerilere sahip olması ve STEM eğitimi uygulamalarıyla matematiksel bilgi ve becerilerinde artış olduğu sonucuna ulaşılması yukarıda belirtilen çalışmaların bulgularıyla örtüşmektedir.

STEM eğitiminin matematiksel düşünme, kavramsal anlayış ve matematik okuryazarlığı üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar da mevcuttur. Yıldırım ve Sidekli (2018) tarafından yapılan çalışmada, STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterliliklerini ve teknolojik pedagojik alan bilgilerini pozitif yönde etkilediği görülmüştür. Ancak matematiksel düşünme becerilerinde anlamlı bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Söz konusu çalışmada ulaşılan bulgular bu araştırmanın bulgularıyla uyuşmamaktadır. Bu durumun sebebi, bu çalışmada STEM uygulamalarının doğrudan matematik disiplini merkezinde gerçekleştirilmesi olabilir. Inpinit ve Inprasit (2016) 11. Sınıf öğrencileriyle proje tabanlı STEM eğitimi gerçekleştirmiş ve araştırma sonucunda STEM eğitimi uygulanan deney grubunun matematiksel kavramsal anlayışları testinden aldıkları

puanlar geleneksel yöntemin uygulandığı kontrol grubunun matematiksel kavramsal anlayışları testinden aldıkları puanlardan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.

Bu araştırmada STEM eğitiminin öğrencilerde meydana getirdiği değişimleri tespit etmek amacıyla saha notları tutulmuştur. Saha notlarına göre öğrencilerin en fazla matematiği hem gerçek yaşamla hem de diğer disiplinlerle ilişkilendirme becerilerinde, sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme ve grup çalışması yapabilme becerilerinde gelişim gösterdikleri ve matematik dersine ilgi ve aktif katılımlarının arttığı görülmüştür. Bu durum Özdemir'in (2018) çalışmasıyla benzerlik göstermekte olup söz konusu çalışmada öğrencilerin zaman zaman zil çaldığı halde derse devam etmek istedikleri belirtilmiştir. Şahin ve Kabasakal (2018) STEM eğitiminde Geogebra kullanımına yönelik öğrenci görüşlerini almıştır. Öğrenciler, STEM eğitimiyle işlenen derslerin öğretici, eğlenceli ve motive edici olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir. Aynı zamanda öğrenciler fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinleri arasındaki ilişkiyi daha iyi anladıklarını ve bu ilişkinin öğrenmeyi kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Chang vd. (2015) meslek lisesi öğrencileriyle gerçekleştirdikleri araştırmalarında, öğrenciler tasarlanan bilgisayar destekli STEM öğrenme ortamının yararlı, motive edici, öğrenmelerini arttırdığı ve kullanışlı olduğunu belirtmişlerdir. Chang vd. (2015), Özdemir (2018) ve Şahin ve Kabasakal'ın (2018) çalışmalarından elde edilen sonuçlar bu araştırmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Araştırmanın sonuçları incelendiğinde meslek liselerinde matematik ve fen bilimleri dersleri ile bölüm derslerinin ilişkilendirilmesi açısından STEM eğitiminin yaygınlaştırılması önerilmektedir. Böylece öğrenciler bölüm dersleri ile matematik ve fen bilimlerini ilişkilendirerek bütüncül bakış açısı sağlayabilir. Aynı zamanda araştırmanın ön testinde görüldüğü üzere meslek lisesinde öğrenim gören öğrencilerin ortaöğretim için hazırbulunuşluk düzeylerinin düşük seviyede olmasından dolayı 9. sınıf öncesinde bir yıl bilimsel hazırlık sınıfı koyulabilir. Meslek dersi öğretim programları ile matematik ve fen bilimleri öğretim programlarının uyumlu olması ve meslek dersi öğretmenleri ile matematik ve fen bilimleri öğretmenlerinin iş birliği halinde bulunması araştırmanın diğer önerileridir.

Kaynakça

- Acar, D., Tertemiz, N., ve Taşdemir, A. (2018). The effects of STEM training on the academic achievement of 4th graders in science and mathematics and their views on STEM training. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(4), 505-513.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M., Kaplan Sayı, A., ve Turk, Z. (2015). *STEM eğitimi çalıştay raporu: Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme*. İstanbul, Turkey: İstanbul Aydın University STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi, Erişim adresi: http://etkinlik.aydin.edu.tr/dosyalar/IAU_STEM_Egitimi_Calistay_Raporu_2015.pdf
- Akins, L. & Burghardt, D. (2006, October). Work in progress: Improving K–12 mathematics understanding with engineering design projects. *36th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. San Diego.
- Alacacı, C. ve Erbaş, A.K. (2010). Unpacking the inequality among Turkish schools: Findings from PISA 2006. *International Journal of Educational Development*, 30, 182-192.
- Alemdar, M., Moore, R. A., Lingle, J. A., Rosen, J., Gale, J., & Usselman, M. C. (2018). The impact of a middle school engineering course on students' academic achievement and non-cognitive skills. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, 6(4), 363-380.
- Altıparmak, K., ve Öziş, T. (2005). Matematiksel ispat ve matematiksel muhakemenin gelişimi üzerine bir inceleme. *Ege Eğitim Dergisi*, 6(1), 25-37.

- Atik İ. (2018). Nitelikli işgücü için etkin mesleki eğitim konusuna çözüm olarak fen, teknoloji, mühendislik, matematik (FTMM) eğitimi. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi/Journal of Higher Education and Science*, 8(2), 254-263. <https://doi.org/10.5961/jhes.2018.268>
- Atik, İ. (2017). Uluslararası öğrenci değerlendirme programı-2015 sonuçlarına göre Türkiye’de mesleki eğitim. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 7(3), 484-493.
- Bağcı, D., Daş, O., Genç, S. (2018). Mesleki ve teknik yükseköğretim kurumları öğrencilerinin sektördeki modern teknolojilerle uyum süreçlerinin yapılandırılması. *Başkent University Journal Of Education*, , 47-54. Retrieved from <http://buje.baskent.edu.tr/index.php/buje/article/view/107>
- Bassey, M. (1998). Action research for improving educational practice. In R. Halsall (Ed.) *Teacher research and school improvement*, 93-108. Buckingham: Opening Doors from the Inside.
- Bekdemir, M. (2009). Meslek yüksekokulu öğrencilerinin matematik kaygı düzeylerinin ve başarılarının değerlendirilmesi. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 169-189.
- Berberoglu, G.ve Kalender, I., 2005. Investigation of student achievement across years, school types and regions: theÖSS and PISA analyses. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*, 4(7), 21–35.
- Carnevale, A. P., Smith, N., & Melton, M. (2011). *STEM: Science, technology, engineering and mathematics*. Washington: Georgetown University Erişim adresi: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED525297.pdf>
- Chang, S. H., Ku, A.C., Yu, L. C., Wu, T. C. and Kuo, B. C. (2015). A science, technology, engineering and mathematics course with computeR-assisted remedial learning system support for vocational high school students. *Journal of Baltic Science Education*, 14(5), 641-654.
- Cotabish, A., Dailey, D. Robinson, A. and Hughes, G., (2013). The Effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226.
- Coxon, S. V., Dohrman, R. L., & Nadler, D. R. (2018). Children using robotics for engineering, science, technology, and math (CREST-M): The development and evaluation of an engaging math curriculum. *Roepers Review*, 40(2), 86-96.
- Çevik, M. (2018). Impacts of the Project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 281-306.
- Dilek, T. (2019). *Lise 12. sınıf öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (fetemm) alanlarına yönelik ilgi ile fen ve teknoloji okuryazarlık özyeterlik algı düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi üzerine bir araştırma*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.
- Frost, P. (2002). Principles of the action research cycle. In: Ritchie R, Pollard A, Frost P, et al., (Ed.) *Action Research: A Guide for Teachers-Burning Issues in Primary Education*, 24–32. Birmingham: National Primary Trust.
- 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(5), 1089-1113.
- Hatısarı, V. ve Erbaş, A.K. (2013). Endüstri meslek lisesi öğrencilerinin fonksiyon kavramını anlama düzeylerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(3) 865-882.

- Henderson, P. B. (2003). Mathematical reasoning in software engineering education. *Communications of the ACM*, 46(9), 45-50.
- Inpinit, J., & Inprasit, U. (2016, August). The effect of using PBL with the STEM education concept on mathematical conceptual understanding development. *In International Conference on Mathematics, Engineering and Industrial Application*, Thailand.
- Karahan, E. ve Bozkurt, G. (2017). STEM Eğitiminde matematiksel odaklı gerçek dünya problemleri ve matematiksel modelleme, 353-372. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan uygulamaya STEM+A+E eğitimi*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Kaya, D. (2015). *Çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin cebirsel muhakeme becerilerine, cebirsel düşünme düzeylerine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisi üzerine bir inceleme* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Krause, S., Culbertson, R., Oehrtman, M., & Carlson, M. (2008, October). High school teacher change, strategies, and actions in a Professional development Project connecting mathematics, science, and engineering. *38th Annual Frontiers in Education Conference*, New Jersey.
- Lantz, H. B. (2009). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education what form? What function? *Report, CurrTech Integrations*, Baltimore.
- Leopold D. G. and Edgar B., (2008), Degree of mathematics fluency and success in second semester introductory chemistry, *Journal of Chemistry Education*, 85, 724-731.
- Marzano, R. J. (2000). *Transforming classroom grading. association for supervision and curriculum development*, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- McClain, M. L. (2015). *The Effect of STEM education on mathematics achievement of fourth-grade underrepresented minority students*. (Unpublished doctoral dissertation), Capella University, Minnesota.
- MEB (2018). *Türkiye'de Mesleki ve Teknik Eğitimin Görünümü. Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi*. No: 1. Erişim adresi: https://mtegm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2018_11/12134429_No1_Turkiyede_Mesleki_ve_Teknik_Egitimin_Gorunumu.pdf
- Mensah, J. K., Okyere, M., & Kuranchie, A. (2013). Student attitude towards mathematics and performance: Does the teacher attitude matter. *Journal of Education and Practice*, 4(3), 132-139.
- NCTM (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston Va: NCTM.
- NCTM (2009) *Focus in high school mathematics: Reasoning and sense making questions and answers*. Erişim adresi: <https://pdfs.semanticscholar.org/b330/d5bc214b8e7a4df1f846a2f12d6ab576b0bf.pdf>
- Özdemir, H. (2018). *Meslek lisesi öğrencilerinin alanlarıyla ilgili mesleki matematik başarısını geliştirmeye yönelik STEM uygulamaları* (Yayınlanmamış Doktora Tezi) Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa
- Özgen, K., ve Pesen, C. (2008). Probleme dayalı öğrenme yaklaşımı ve öğrencilerin matematiğe yönelik tutumları. *D. Ü. Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 69-83.
- Plasman, J. S., & Gottfried, M. A. (2018). Applied STEM coursework, high school dropout rates, and students with learning disabilities. *Educational Policy*, 32(5), 664-696.
- Satchwell, R. E., & Loepp, F. L. (2002). Designing and implementing an integrated mathematics, science, and technology curriculum for the middle school. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 41-66.

- SCANS (1991). *Secretary's commission on achieving necessary skills. What work requires of schools: A SCANS Report for America 2000*. Washington, D.C.: U.S. Department of Labor.
- Siregar, N. C., Rosli, R., Maat, S. M., & Capraro, M. M. (2019). The effect of science, technology, engineering and mathematics (STEM) program on students' achievement in mathematics: A meta-analysis. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(1), em0549.
- Sokolowski, A. (2019). Developing mathematical reasoning using a STEM platform. B. Doig, J. Williams, D. Swanson, R. B. Ferri, P. Drake (Eds.), In *Interdisciplinary Mathematics Education* (93-111). Cham:Springer.
- Song, J. B., & Lee, T. W. (2011). The effect of STEM integration education using educational robot on academic achievement and subject attitude. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 15(1), 11-22.
- Şahin, E., ve Kabasakal, V. (2018). STEM eğitim yaklaşımında dinamik matematik programlarının (geogebra) kullanımına yönelik öğrenci görüşlerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6, 55-62.
- Tektaş, M. (2010). Meslek yüksekokulu öğrencilerinin matematik tutumları ve bireysel farklılıklarının incelenmesi. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 10(19), 241 – 250.
- TÜSİAD (2014). *STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics-Fen, Teknoloji, Mhendislik, Matematik) Alanında Eğitim Almış İşgücüne Yönelik Talep ve Beklentiler Araştırması*. Erişim adresi: <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/8054-stem-alaninda-egitim-almis-isgucune-yonelik-talep-ve-beklentiler-arastirmasi>
- Umay, A. (2003). Matematiksel muhakeme yeteneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 24, 234-243.
- Van De Walle, J., Karp, K.S, Bay-Williams, J.M. (2012). Matematik yapmanın ve bilmenin ne anlama geldiğinin incelenmesi (Zembat, İ.Ö., Çev.), *İlkokul ve ortaokul matematiği gelişimsel yaklaşımla öğretim*. S. Durmuş (Çev. Ed.), 7. Basımdan Çeviri, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.
- Yıldırım, B., ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, B., ve Sidekli, S. (2018). Stem applications in mathematics education: The effect of STEM applications on different dependent variables. *Journal of Baltic Science Education*, 17(2), 200-2014.

ETİK ve BİLİMSEL İLKELER SORUMLULUK BEYANI

Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara ve bilimsel atıf gösterme ilkelerine riayet edildiğini yazar(lar) beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi'nin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk makale yazarlarına aittir.

ARAŞTIRMACILARIN MAKALEYE KATKI ORANI BEYANI

1. yazar katkı oranı : %60
2. yazar katkı oranı : %40