

İŞ-ENERJİ VE İTME-MOMENTUM KONULARINA YÖNELİK FETEMM ETKİNLİKLERİNİN KAVRAMSAL ANLAMA ÜZERİNE ETKİSİ*

Mert BÜYÜKDEDE¹ Rabia TANEL²

Özet

Bu çalışmada, İş-Enerji ve İtme-Momentum konularına yönelik hazırlanan FeTeMM (Fen-Teknoloji-Matematik-Mühendislik) etkinliklerinin öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada ön test - son test kontrol gruplu yarı-deneyisel model kullanılmıştır. Araştırmanın uygulama basamağında İş-Enerji ve İtme-Momentum konuları deney grubundaki öğrencilere FeTeMM eğitimi yaklaşımıyla, kontrol grubundaki öğrencilere ise geleneksel öğretim yöntemleri ile işlenmiştir. Çalışmaya bir devlet üniversitesinde öğrenim gören İlköğretim Matematik Öğretmenliği ikinci sınıf öğrencileri katılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak “İş-Enerji ve İtme-Momentum Kavramsal Anlama Testi” kullanılmıştır. Çalışma sonucunda İş-Enerji ve İtme-Momentum konularına ilişkin kavramsal anlamaları bakımından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya çıkmamakla birlikte FeTeMM eğitiminin kavramsal anlama üzerine olumlu etkilerinin olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: FeTeMM Eğitimi, Kavramsal Anlama, İş-Enerji, İtme-Momentum

EFFECT OF THE STEM ACTIVITIES RELATED TO WORK-ENERGY AND IMPULSE-MOMENTUM TOPICS ON CONCEPTUAL UNDERSTANDING LEVEL

Abstract

In this study, the effects of the STEM (Science-Technology-Mathematics-Engineering) activities on the conceptual understanding of the prospective teachers were investigated on the topics of Work-Energy and Impulse-Momentum. In the study, semi-experimental model pre-test and post-test with control group was used. During the application step of the research, Work-Energy and Impulse-Momentum subjects were processed in STEM activities approach to the students in the experimental group. In the control group, the lessons were carried out with the traditional teaching methods. The second grade students of the Elementary Teacher School of Mathematics, who were studying at a state university, participated in the study. According to result of the study, although there is no statistically significant difference between the two groups in terms of conceptual understanding relating Work-Energy and Impulse-Momentum issues, meaningful positive effects of STEM activities on conceptual understanding are found.

* Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde Doç. Dr. Rabia TANEL'in danışmanlığında Mert BÜYÜKDEDE tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

¹ Doktora Öğrencisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, E-posta: mertbuyukdede@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2288-3986>

² Sorumlu Yazar: Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, E-posta: rabia.tanel@deu.edu.tr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3096-1748>

Keywords: STEM Education, Conceptual Understanding, Work-Energy, Impulse-Momentum

GİRİŞ

21. yüzyılda bilimsel ve teknolojik gelişmeler çok hızlı bir şekilde ilerlemektedir. Bu gelişmelerle birlikte kişisel ve toplumsal yaşamımız da bir dinamik halinde sürekli değişmektedir. Günümüz dünyasının ihtiyaçlarını karşılayabilmek için nitelikli bireylere olan ihtiyaç artmıştır (Akaygün ve Aslan-Tutak, 2016; Yamak, Bulut ve Dünder, 2014). Bu değişimlere ayak uydurmanın ve nitelikli insan ihtiyacını karşılamının yolu şüphesiz eğitimden geçmektedir. Eğitim ile günümüz şartlarına ayak uyduran nitelikli insanların yetiştirilmesi ve topluma kazandırılması amaçlanmaktadır. İçinde bulunduğumuz 21. yüzyılda nitelikli insandan beklenen; üreten, araştıran, sorgulayan, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerine sahip, etkili ve hızlı karar verebilen, etkili iletişim kuran, bilgi ve teknoloji okuryazarlığına sahip bir birey olmasıdır. Bireylerin bu becerilerini ortaya çıkarabilmeleri için eğitim ve öğretim programlarının günümüzün ihtiyaçlarına göre planlanması ve uygulanmasına ihtiyaç vardır (Akgündüz ve diğerleri, 2015).

Bulduğumuz çağda ülkeler arasında bilim ve teknoloji üretimi anlamında yoğun bir rekabet vardır. Bu doğrultuda özellikle gelişmiş ülkeler eğitimde farklı reformlar yapmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2016). Son yıllarda eğitim alanında bu reformlardan biri STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) eğitimidir. STEM kelimesinin kısaltması ülkemizde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik kelimelerinin kısaltılması olan FeTeMM şeklinde adlandırılmıştır (Çorlu, 2014). İlköğretimden üniversite öğretimine kadar öğretimin her kademesinde çoğunlukla geleneksel öğretim ile dersler yürütülmektedir. Geleneksel öğretimle, öğrencilere nitelikli bir bireyin sahip olması gereken becerilerin kazandırılması çok olası görünmemektedir (Roberts, 2012). Bu doğrultuda, geleceğin nitelikli bireylerini yetiştirmek ve üretim ile iş gücü potansiyelini arttırmak için yeni eğitim yaklaşımlarının oluşturulması oldukça önemlidir. Bu amaç doğrultusunda Amerika Birleşik Devletleri'nde ve Avrupa Birliği ülkelerinde, öğrencileri gerçek anlamda hayata hazırlayan, teknik bilgi ve beceriler kazandırabilen, modern iş hayatının ihtiyaçlarına yönelik bir eğitim yaklaşımı ortaya koyma yolunda birçok program ve proje başlatılmıştır (Akgündüz ve diğerleri, 2015). Böylece FeTeMM eğitimi son yıllarda gittikçe önemi artan bir eğitim yaklaşımı haline gelmiştir (Çorlu, Capraro & Capraro, 2014; Akgündüz ve diğerleri, 2015). Ülkemizde de eğitim politikaları ile ilgili birçok yayında FeTeMM eğitimi yer almaktadır (Çorlu, 2014). Özellikle MEB tarafından en son yayınlanan STEM Eğitimi Raporu'nda yeni yapılacak olan öğretim programlarının FeTeMM eğitim yaklaşımına göre yeniden düzenlenmesi gerektiğinin altı çizilmiştir (MEB, 2016).

Günümüzde FeTeMM eğitiminin gelişmiş ülkeler arasında dikkat çekmesinde en önemli faktörlerden birisi de ekonomik kalkınmadır. Ülkelerin ekonomik kalkınması, üreten bir toplum yapısına sahip olup olmamasına bağlıdır. Üreten bir toplum yapısına sahip olabilmek için odaklanılması gereken iki önemli uygulama alanı mühendislik ve teknoloji alanlarıdır. Ayrıca Ulusal Bilimler Akademisi (National Academy of Sciences [NAS]) ülkelerin ekonomilerinin, fen ve teknoloji alanlarına giderek bağımlı hale geldiğini rapor etmiştir. FeTeMM eğitimi

yaklaşımının mühendislik ve teknolojiye vurgu yapan bir alt yapıya sahip olması, öğrencilere disiplinler arası geniş bir bakış açısı kazandırması ve derslerde öğrenmiş oldukları bilgileri somut olarak hayata geçirilmesini sağlaması, FeTeMM eğitimi yaklaşımını günümüzün bilgi ve teknoloji çağında çok önemli bir yere oturtmaktadır (Akgündüz, ve diğerleri, 2015). Ülkelerin ekonomik olarak bağımsız hale gelmelerini sağlayan en önemli faktör üretimdir. Yaşadığımız yüzyılda üretim denilince akla gelen en önemli alanlardan birisi teknoloji üretimidir. Ülkelerin ekonomik olarak kalkınmasında önemli bir yere sahip olan teknoloji üretimi, Fen, Matematik ve Mühendislik alanlarının bütünleşmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. FeTeMM eğitiminin amaçları arasında; disiplinler arasındaki ayrımı ortadan kaldırarak bu disiplinleri tam uyumlu şekilde oluşturarak; sorgulayan, araştıran, üreten bir neslin yetiştirilmesi yer almaktadır (Wang, 2012). FeTEMM ile ilgili meslek seçiminde bulunan mezun öğrenci sayısının artması her devlet ve ulusun ekonomik refahı için önemlidir. Bu nedenle FeTeMM eğitimi yoluyla gençleri FeTeMM ile ilgili alanlarda bir meslek seçmeye teşvik etmek ülkelerin ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir noktaya ulaşmıştır. FeTeMM'e olan öğrenci ilgisinin artırılması sadece FeTeMM okuryazarlığı için değil aynı zamanda bu meslekleri geliştirmek açısından da önemlidir (Wyss, Heulskamp ve Siebert, 2012).

Ülkeler için teknolojik gelişmenin önemi günden güne artmakta ve buna paralel olarak da ülkeler, yenilikçi politikalar geliştirmektedir. Bu teknolojik gelişmelerin farkında olan ve teknoloji üretimi konusunda gelecekte söz sahibi olmak isteyen birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarına yoğunlaşmışlardır. Başta Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere birçok ülke bu doğrultuda yenilikçi eğitim reformlarını başlatmışlardır. Bu reform hareketlerinden birisi 1996 yılında Ulusal Araştırma Topluluğu tarafından yayınlanan fen bilimlerinin nasıl öğretileceğini tartışan programdır (NRC, 1996). Bu program ile araştırma ve sorgulamaya dayalı bir öğrenmenin nasıl gerçekleşeceği ile ilgili bir adım atılmıştır. Avrupa'da ise 2007 yılında yayınlanan raporda Avrupa çapında özellikle genç bireylerde fen, teknoloji ve matematik alanlarına olan ilgilerinin önemli düzeyde azaldığı, etkili eylem planlarının yapılmaması, yani yenilikçi eğitim politikalarının günün ihtiyaçlarına göre programlanmaması durumunda ise Avrupa'nın uzun soluklu yenilikçi kapasitesinin önemli düzeyde azalacağı vurgulanmıştır. Son yıllarda eğitim alanında yapılan yenilikçi politikaların en önemlileri arasında FeTeMM eğitimi gelmektedir. FeTeMM eğitimi Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarının bir bütün olarak verildiği bir eğitim yaklaşımı olması nedeniyle bu alanlardaki mesleklerin önemini daha da arttırmaktadır. Daha önce bahsedildiği üzere Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik alanlarında nitelikli insan gücüne ihtiyaç gitgide artmaktadır. Bu sebeple nitelikli insan gücü ihtiyacını karşılayabilmek için ülkeler FeTeMM eğitim yaklaşımını eğitim programlarının merkezine konumlandırmışlardır.

FeTeMM eğitimini gerçekleştirecek olan öğretmenlerin yalnızca alan bilgisine sahip olmalarının, ihtiyaç duyulan nitelikli bireyleri yetiştirmek için yeterli olmayacağı belirtilmektedir (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). Öğretmenlerin alan bilgisi yanında öğretmenlik bilgi ve becerilerine de sahip olmaları gerekmektedir. Çağdaş eğitim anlayışında gittikçe önem kazanan FeTeMM eğitimini, ders öğretiminde uygulaması beklenen öğretmenlerin, FeTeMM eğitimi hakkında gerekli bilgi ve becerilere de sahip olması gerekmektedir. FeTeMM eğitimini bilen ve uygulayabilen öğretmenlerin yetiştirilmesi,

FeTeMM eğitiminin İlköğretim ve Ortaöğretim sınıflarında etkili bir biçimde kullanılmasında ve başarılı sonuçlar elde edilmesinde oldukça önemlidir. FeTeMM eğitimi gereksinimlerini karşılayabilecek bir öğretmen adayı öğretmenlik mesleğine başladığında, sınıfında yapacağı FeTeMM uygulamalarının, öğrenciler için oldukça yararlı olacağı düşünülmektedir. Bu sebeple eğitim fakültelerinde öğrenim gören geleceğin öğretmenlerinin FeTeMM uygulamaları ile aktif bir şekilde tanıştırılmaları bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

Fizik bilim dalı içeriğinde birçok matematiksel denklem içerse de, fiziği oluşturan ana öğeler içerdiği kavramlardır ve fizik eğitiminin en temel hedeflerinden biri temel matematiksel denklemlerin öğretiminden daha çok öğrencilerin kavramsal anlamalarını gerçekleştirmektir (McDermott, 2001). Fizik eğitiminde son yıllarda en fazla çalışılan alanların başında öğrencilerin herhangi bir konudaki kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi gelmektedir. Kavramsal anlamaya dayanan davranışlar daha çok Bloom taksonomisinin uygulama, analiz ve sentez aşamalarında yer almaktadır. Buradan da anlaşılacağı gibi, öğrencilerde herhangi bir konu ile ilgili kavramsal anlamının sağlanması eğitimin en temel amaçlarından biridir (Köse ve diğer, 2003; Çalik ve diğer, 2007).

Fizik öğrenmede öğrencilerin karşılaşmış oldukları güçlüklerin aşılması hususunda birçok farklı eğitim yaklaşımı ve öğretim modeli (İşbirlikli problem çözme, probleme dayalı öğrenme, tam stüdyo modeli, bilgisayar destekli öğretim gibi) uygulanmıştır. Uygulanan bu yaklaşım ve modeller ile ilgili çalışmalarda yaklaşım ve modelin öğrencilerin fizik dersindeki başarısı, fizik dersine olan tutumları, kavramsal anlamaları gibi değişkenlerin üzerine etkileri araştırılmıştır (Bodur, 2006; Yeryürek, 2013; Madanoğlu, 2015; Özdemir, 2015; Ersoy, 2015; Yavuz, 2016). Yapılan çalışmaların birçoğunda uygulanan bu yaklaşım ve modellerin olumlu bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Geleneksel öğretimden farklı bir eğitim yaklaşımı kullanılarak öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine etkisinin incelendiği çoğu çalışmada uygulanan eğitim yaklaşımının öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine olumlu bir etki yaptığı görülmektedir. Türkoğuz ve Cin (2013), argümantasyona dayalı kavram karikatürü etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine etkilerini incelemiştir. Argümantasyona dayalı kavram karikatürü etkinliklerini, ilköğretim 7. sınıf Fen ve Teknoloji dersi “Yaşamımızdaki Elektrik” ünitesindeki konulara göre uyarlamışlardır. Çalışmada, yöntem olarak ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin “Yaşamımızdaki Elektrik” ünitesine ilişkin kavramsal anlama düzeyleri arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. İngeç, Ünlü ve Taşar (2006), araştırmalarında 6, 7, 8, 9 ve 10. sınıflardan oluşan öğrencilerle kütle, hız ve momentum kavramlarının hiyerarşik öğrenme sırasına ilişkin yaptıkları çalışmalarında, öğrencileri iki gruba ayırarak bir gruba bu konular ile ilgili gösteri deneyleri yaparken diğer grupta ise geleneksel yöntemlerle ders işlemişlerdir. Çalışma sonunda kavramsal anlama bakımından gösteri deneyi yapılan deney grubunun lehine anlamlı bir sonuç bulunmuştur. Fen bilgisi öğretmenliği anabilim dalı birinci sınıfta okuyan öğrencilerin elektrik devreleri konusunda kavram yanılgılarının ve kavramsal anlama düzeyindeki güçlüklerin giderilmesinde öğrenme evreleri yaklaşımının etkilerini inceleyen Ateş ve Polat (2005), öğrenme evreleri modelinin geleneksel öğretim modeline göre daha etkili olduğunu göstermiştir. Başer ve Çataloğlu (2005), kavram değişimi yöntemine dayalı öğretimin, yedinci

sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konularındaki kavramları öğrenmelerini inceledikleri çalışmalarında kavram değişim yöntemine dayalı öğretimin kavramsal anlama düzeyi üzerine olumlu bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Atasoy, Tekbıyık ve Gülay (2013), kavram karikatürlerinin öğrencilerin ses kavramını anlamaları üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarını ilköğretim 5. sınıfta öğrenim gören öğrenciler ile yürütmüşlerdir. Çalışma sonunda kavram karikatürleri ile desteklenerek derslerin yürütüldüğü öğrenci grubunun geleneksel öğretim yaklaşımı ile derslerin yürütüldüğü öğrenci grubuna göre kavramsal anlama düzeylerinin daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. İnel (2012), benzer şekilde kavram karikatürleri destekli probleme dayalı öğrenme yönteminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine etkilerini incelemeye yönelik bir çalışma yapmıştır. Çalışma sonunda kavram karikatürleri ile destekli probleme dayalı öğrenme yönteminin öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Bilimsel tartışma yönteminin ilköğretim öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili kavramları anlama düzeyleri üzerine etkisini inceleyen Uluçınar ve Kılıç (2013), bilimsel tartışma yönteminin geleneksel öğretim yöntemine göre öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerinde daha olumlu bir etkiye sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Gaigher, Rogan ve Braun (2007), 12. sınıf fizik dersinde yapılandırılmış problem çözme yaklaşımını kullandıkları deney grubu öğrencilerinin daha iyi kavramsal anlama gösterdiklerini rapor etmişlerdir. Zacharia (2003), araştırmaya dayalı deney laboratuvarlarından önce bilgisayar tabanlı simülasyonların, öğrencilerin mekanik, dalga, optik ve termal fizikteki kavramsal anlama düzeylerine etkisini araştırmıştır. Her konunun kavramsal anlayışlarını değerlendirmek için kavramsal testler sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, simülasyonların kullanımının öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirdiğini göstermiştir. Şahin (2010), enerji ve momentum konusunda probleme dayalı öğretim yönteminin mühendislik öğrencilerinin kavramsal anlamaları üzerine etkisini incelediği çalışmasında probleme dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Yukarıda değinilenlerden farklı olarak Huffman (1998) problem çözme stratejisi ile geleneksel öğretim yöntemi arasında kavramsal anlama düzeyi bakımından anlamlı bir fark olmadığını rapor etmiştir.

Alanyazın incelendiğinde son yıllarda ülkemizde ve diğer ülkelerde FeTeMM eğitimi araştırmaları önceki yıllara göre artmıştır. Yapılan ilgili çalışmaların büyük bir bölümünün, FeTeMM eğitiminin öğrenci öğrenmesi, tutumu, bilimsel süreç becerileri gibi farklı değişkenler üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yapıldığı saptanmıştır (Riskowski ve diğerleri, 2009; Cotabish, Dailey, Robinson ve Hughes, 2013, Guzey, Moore, Harwell ve Moreno, 2016; Kızılay 2016; Gülhan ve Şahin, 2016, Uğraş 2017; Keçeci, Alan ve Zengin 2017; Gökbayrak ve Karışan 2017a; Gökbayrak ve Karışan 2017b; Yıldırım ve Sidekli 2018; Delen ve Uzun 2018; Yıldırım ve Türk 2018). Bununla birlikte FeTeMM eğitimi uygulayacak olan öğretmenler ya da öğretmen adayları üzerine FeTeMM eğitimi uygulamalarının etkisinin incelendiği sınırlı sayıda çalışmalara rastlanmıştır (Yıldırım ve Altun, 2015; Akaygün ve Aslan-Tutak, 2016; Yıldırım ve Sidekli 2018; Uğraş, 2017; Delen ve Uzun 2018). FeTeMM eğitimi uygulamalarının öncelikle öğretmen adayları üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, ayrıca FeTeMM eğitimi bilen ve uygulayabilen öğretmenlerin yetiştirilmesi, FeTeMM eğitiminin ilköğretim ve ortaöğretim sınıflarında etkili bir biçimde kullanılmasında ve başarılı sonuçlar elde edilmesinde oldukça

önemlidir. Bu amaçla önümüzdeki yıllarda ülkemizde uygulanması düşünülen FeTeMM eğitiminin geleneksel öğretime kıyasla ne derece başarılı olacağını belirlemek, gelecekte eğitim politikalarının belirlenmesinde önemli bir rol oynayacaktır. Öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimine yönelik yaşayarak bilgi kazanması da bu amaca hizmet edecektir (Tutak, Akaygün, ve Tezsezen, 2017). Bu bilgiler ışığında çalışmanın yapılmasında önemli dayanaklardan birisi de, ifade edildiği üzere, alanyazında öğretmen adayları üzerine FeTeMM eğitimi uygulamalarına yönelik çalışmaların yetersiz olmasıdır.

Yapılan alanyazın araştırması sırasında FeTeMM uygulamalarının fizik konularında öğrencilerin kavramsal anlaması üzerine etkisini inceleyen iki çalışmaya rastlanmıştır. Gülhan ve Şahin (2015) çalışmasında FeTeMM etkinliklerinin 5. sınıf öğrencilerinde ışık ve ses, canlılar dünyasını gezelim tanıyalım ve yaşamımızda elektrik ünitelerinde kavramsal anlama düzeylerine etkisini araştırmışlardır. Herdem ve Ünal'ın (2018), STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizini sundukları makalelerinde kavramsal anlamının incelendiği tek çalışma olarak Gülhan ve Şahin'in (2015) çalışmasına yer verilmiştir. Ayrıca yapılan alanyazın incelemesi sonucunda bir doktora tezine ulaşılmıştır. Schnittka (2009), mühendislik tasarım etkinliklerinin 8. sınıf öğrencilerinin ısı ve ısı aktarımı konularındaki kavramsal değişimlerini incelemiştir. Mühendislik tasarım etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirdiğini rapor etmiştir. FeTeMM etkinliklerinin fizik konularında öğrencilerin kavramsal anlamasına etkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışma olması nedeniyle yapılan bu çalışma alanyazına bir katkı sağlayacaktır.

Bu gerekliliklerden yola çıkarak araştırmanın ana problemi şu şekilde belirlenmiştir;

- İş-Enerji ve İtme-Momentum konularına ilişkin gerçekleştirilen FeTeMM etkinlikleri ile geleneksel öğretim arasında öğrencilerin kavramsal anlamaları bakımından anlamlı bir fark var mıdır?

Bu ana problemden yola çıkarak araştırmanın alt problemleri şu şekilde ifade edilebilir:

- Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrası kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kendi içlerinde uygulama öncesi ve uygulama sonrası kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

YÖNTEM

Araştırma Yöntemi

Araştırmada ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel model kullanılmıştır (Karasar, 2012: 102). Deney grubunda FeTeMM eğitimi etkinlikleri, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemleri ile İş-Enerji ve İtme-Momentum konularının öğretimi gerçekleştirilmiştir. FeTeMM eğitimi yaklaşımı ve geleneksel öğretim çalışmanın bağımsız değişkenlerini, kavramsal anlama çalışmanın bağımlı değişkenini oluşturmaktadır.

Araştırma Grubu

Çalışma grubunu, bir devlet üniversitesinde öğrenim gören Fizik I dersi alan İlköğretim Matematik Öğretmenliği ikinci sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. İlköğretim Matematik Öğretmenliği bölümünde Fizik I dersi A ve B grubu olmak üzere iki farklı şubede yürütülmektedir. Bu şubelerde A şubesi deney grubu (34 öğrenci), B şubesi ise kontrol grubu (22 öğrenci) olmak üzere rastgele belirlenmiştir.

Veri Toplama Aracı

Singh ve Rosengrant (2003) tarafından geliştirilen ve 25 çoktan seçmeli sorudan oluşan “İş-Enerji ve İtme-Momentum Kavramsal Anlama Testi” Tanel ve Tanel (2010) tarafından Türkçe’ye çevrilerek ölçeğin 216 öğrenciye uygulanması sonucu KR-20 güvenilirlik katsayısı 0.80 olarak bulunmuştur. İş-Enerji ve İtme-Momentum Kavramsal Anlama Testini bu çalışmamızda kullanmak için gerekli izin alınmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırma süresince elde edilen verilerin analizinde SPSS 22.0 istatistik programı kullanılmıştır. Verilerin çözümlenmesinde öncelikle veri toplama araçlarından toplanan verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek ve buna paralel olarak hangi istatistiksel analizin uygun olduğuna karar verebilmek için normallik testleri uygulanmıştır. Daha sonra program ve araştırma probleminin özelliği dikkate alınarak dağılımları belirlemede yüzde, aritmetik ortalama, standart sapma; değişkenlere ilişkin ortalamalar arasındaki farkın önem düzeylerinin belirlenmesinde parametrik testler (ilişkili örneklem için t testi, bağımsız t testi) ile Tek Faktörlü Kovaryans Analizi kullanılmıştır. Çalışmada veriler analiz edilirken, ön-test verisi olan fakat son-test verisi olmayan, son-test verisi olan fakat ön-test verisi olmayan öğrenciler istatistiksel analizden çıkarılmıştır.

Uygulama

Araştırmaya bir devlet üniversitesinde öğrenim gören Fizik I dersi alan İlköğretim Matematik Öğretmenliği ikinci sınıf öğrencileri katılmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerden A şubesi deney grubu, B şubesi ise kontrol grubu olarak rastgele seçilmiştir. Çalışmanın deney grubunda FeTeMM eğitim yaklaşımına yönelik hazırlanmış etkinlikler ile dersler işlenmiş olup kontrol grubunda ise geleneksel yöntemlerle işlenmiştir. Uygulama 2017-2018 öğretim yılı güz yarıyılında Aralık ayında (dört hafta / toplam 16 ders saatinde) Fizik I dersi için haftalık ders programlarında ayrılan ders saatlerinde gerçekleştirilmiştir. Deneysel süreçte öğretimi planlanan konuların uygulanmasına her iki grupta eş zamanlı olarak başlanılmış ve eş zamanlı olarak bitirilmiştir.

Deney grubunda uygulanan FeTeMM eğitimi ders planları, 5E öğretim yöntemine uygun bir şekilde hazırlanmıştır. Deney grubundaki öğrenciler bir grupta en fazla 6 kişi olacak şekilde gruplara ayrılmıştır. Bilindiği üzere 5E öğretim yönteminin aşamaları; ilgi çekme, araştırma, açıklama, derinleştirme ve değerlendirmedir. İlgi çekme aşamasında öğrencilere konu ile ilgili düşüncelerine imkân veren sorular sorulmuş ve sınıfta bir tartışma ortamı yaratılmıştır. Daha sonra her bir gruba hazırlanan çalışma yaprakları dağıtılmıştır. 5E modelinin araştırma

aşamasında bu çalışma yapraklarındaki sorular sırasıyla her bir soru için yaklaşık 10-15 dakika cevaplama süresi verilerek gruplar tarafından cevaplanması istenmiştir. Gruptaki öğrencilere soruları cevaplarken yanlarında getirdikleri kaynak kitaptan ve internet ortamından faydalanabilecekleri söylenmiştir. Gruplar daha sonra aralarından bir sözcü seçip verdikleri cevapları diğer gruplar ile paylaşmışlardır. Açıklama bölümünde öğretmen her bir soru için grupların cevaplarını dinledikten sonra konunun özetini yapmıştır. Derinleştirme aşamasında gruplardan her iki konu ile ilgili birer ürün/proje tasarımları istenmiştir. Tasarlama aşamasında kaynak kitaplar ve internet ortamından yararlanabilecekleri belirtilmiştir. Gruplara ürün/proje tasarlama aşamasında İş-Enerji ve İtme-Momentum konuları için birer haftalık süre verilmiştir. Bu süre zarfında gruplara yapacakları ürünlere/projelere ilişkin gerekli gördükleri yerde öğretmenden de yardım alabilecekleri söylenmiştir. Öğretmen bu aşamada rehberlik görevi üstlenmiştir. Hazırlanan proje/ürünler gruplar tarafından sınıfta sunulmuştur. Değerlendirme aşamasında öğrencilerin kavramsal anlamalarının değişip değişmediğini belirlemek amacıyla İş-Enerji ve İtme-Momentum Kavramsal Anlama Testi uygulanmıştır. Öğrencilerin araştırmaları sırasında mobil telefon ve internetten yararlanmaları FeTeMM eğitimi yaklaşımının Teknoloji ayağını, çalışma yapraklarında yer alan problemlerin çözümü Fen ve Matematik ayağını, öğrencilerin tasarlayıp ortaya koydukları ürünler ise Mühendislik ayağını oluşturmaktadır. Öğrenciler bu süreçte, havanın itme gücünden yaralanarak ilerleyen araba, yük taşıma asansörü, enerji dönüşümlerinin gösterildiği Roller coaster düzeneği, esneklik potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştüğü kurmalı basit tekerlek modeli, enerji dönüşüm istasyonları gibi bazı ürünler tasarlayarak ortaya koymuşlardır.

Kontrol grubunda İş-Enerji ve İtme-Momentum konuları geleneksel yöntemlerle işlenmiştir. Deney grubuna verilen çalışma yapraklarındaki sorular kontrol grubunda da çözülmüştür. Deney ve Kontrol gruplarındaki dersler araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Her iki grupta işlenen konu içeriğinin eşdeğer tutulmasına dikkat edilmiştir.

BULGULAR

İş-Enerji ve İtme-Momentum Kavramsal Anlama Testi Verileri Normallik Analiz Sonuçları

İş-Enerji ve İtme-Momentum Kavramsal Anlama Testi 25 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Analiz ve değerlendirme sırasında her bir doğru yanıt 1 puan olarak puanlanmıştır. Öğrencilerin testten alabilecekleri en yüksek puan 25'dir.

İş-Enerji ve İtme Momentum Kavramsal Anlama Testinden toplanan verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için deney ve kontrol gruplarının ön test-son test sonuçlarına Normallik testi yapılarak sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 İş-enerji ve itme-momentum kavramsal anlama testi verileri için deney ve kontrol grubu ön test- son test normallik sonuçları

Gruplar	N	Kolmogorov-Smirnov	Shapiro-Wilk	
		P	P	
Deney Grubu	Ön Test	34	0,123	0,298
	Son Test	34	0,108	0,020*
Kontrol Grubu	Ön Test	22	0,033*	0,430
	Son Test	22	0,200	0,941

*p< 0,05

Tablo 1 incelendiğinde, İş-Enerji ve İtme-Momentum Kavramsal Anlama Testi için deney grubu öğrencilerinin ön testlere verdikleri cevaplardan ve kontrol grubu öğrencilerinin son testlere verdikleri cevaplardan toplanan verilerin her iki normallik testine göre normal dağılım gösterdiği görülmektedir (p> 0,05).

Deney grubu öğrencilerinin son testlere verdikleri cevaplardan toplanan verilerin analiz sonuçlarına göre Shapiro-Wilk katsayısı p<0,05 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç Shapiro-Wilk normallik analizine göre verilerin normal dağılım göstermediği gibi görülse de Kolmogorov-Smirnov katsayısının p>0,05 olarak hesaplanması normal dağılım gösterdiğini işaret etmektedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin ön testlere verdikleri cevaplardan toplanan verilerin analiz sonuçlarına göre Kolmogorov-Smirnov katsayısı p<0,05 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç Kolmogorov-Smirnov normallik analizine göre verilerin normal dağılım göstermediği gibi görülse de Shapiro-Wilk katsayısının p>0,05 olarak hesaplanması verilerin normal dağılım gösterdiğine işaret etmektedir.

Deney grubu son test ve kontrol grubu ön test için; toplanan verilerin normal dağılım gösterip göstermediği bu test sonuçlarının basıklık ve çarpıklık değerine bakılarak da anlaşılmaktadır. Bu doğrultuda n<50 için basıklık (Skewness) ve çarpıklık (Kurtosis) katsayıları -1,5 ile +1,5 değerleri arasında olması durumunda verilerin normal dağılım gösterdiği söylenebilir (Tabachnick ve Fidell, 2007'den aktaran Doğaner ve Kuyucular, 2017). Buna göre deney grubu son testlerden toplanan veriler ve kontrol grubu ön testlerden toplanan veriler için basıklık ve çarpıklık katsayıları hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2 İş-enerji ve itme-momentum kavramsal anlama testi için deney grubu son-test ve kontrol grubu ön-test basıklık çarpıklık değerleri

Grup	Basıklık	Çarpıklık
Deney Grubu	0,244	-1,136
Kontrol Grubu	0,381	0,395

Tablo 2 incelendiğinde deney grubu son testlerden ve kontrol grubu ön testlerden toplanan basıklık ve çarpıklık değerlerinin -1,5 ile +1,5 arasında olduğu görülmektedir. Bu

sonuca göre toplanan verilerin normal dağılım gösterdiği söylenebilir (Tabachnick ve Fidell, 2007'den aktaran Doğaner ve Kuyucular, 2017).

Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin İş-Enerji ve İtme-Momentum Kavramsal Anlama Testi Analiz Sonuçları

Bu bölümde öncelikle İş-Enerji ve İtme-Momentum kavramsal anlama testi için deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi akademik başarılarını kıyaslayan analiz sonuçları sunulmuştur. Daha sonra deney ve kontrol grubunun uygulama sonrası kavramsal anlamaları arasındaki ilişki istatistiksel olarak analiz edilmiştir. En son olarak her bir grubun kendi içindeki uygulama öncesi ve uygulama sonrası kavramsal anlama düzeylerindeki gelişme incelenmiş ve sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki Fark

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi puanlarının ön-testten aldıkları ortalama puan farkının anlamlılığı bağımsız t- testi (Independent t- test) ile hesaplanmıştır. Analiz sonucu Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3 Deney ve kontrol grubu uygulama öncesi iş-enerji ve itme-momentum kavramsal anlama testi verilerinin bağımsız t- testi sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Deney Grubu	34	6,23	2,53	54	2,37	0,02*
Kontrol Grubu	22	8,09	3,30			

Tablo 3'e göre deney ve kontrol grubu öğrencilerinin İş-Enerji ve İtme-Momentum kavramsal anlama testinden aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. ($t(54)=2,37$, $p<0,05$). Bu sonuca göre uygulama öncesi kontrol grubu öğrencilerinin ($\bar{X}=8,09$), deney grubu öğrencilerine göre kavramsal anlama düzeyleri bakımından daha başarılı olduğu görülmektedir ($\bar{X}=6,23$).

Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki Fark

Deney ve kontrol grupları arasında uygulama öncesi kavramsal anlama düzeyleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmuştur. Buna göre araştırmada etkisi test edilen FeTeMM eğitimi ve geleneksel öğretimin etkisinin incelenmesi için, grupların uygulama öncesi kavramsal anlama puanlarının kontrol altında tutulması ve istatistiksel analizin yapılması Tek Faktörlü Kovaryans Analizi (One Factor Ancova) ile mümkün olmaktadır (Büyüköztürk, 2002).

Bu doğrultuda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrası akademik başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığı tek faktörlü kovaryans analizi ile hesaplanmıştır. Analiz sonuçları Tablo 4 ve Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 4 İş-enerji ve itme-momentum kavramsal anlama testi verileri için kovaryans analizi betimsel istatistikleri

Grup	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Deney grubu	34	9,82	10,15
Kontrol grubu	22	9,18	8,66

Tablo 4 incelendiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin İş-Enerji ve İtme-Momentum kavramsal anlama testindeki son test puanlarının düzeltilmiş ortalamaları sırası ile $\bar{X}=10,15$ ve $\bar{X}=8,66$ olarak hesaplanmıştır. Grupların İş-Enerji ve İtme-Momentum kavramsal anlama testi için düzeltilmiş ortalama puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan Kovaryans analiz sonuçları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası uygulanan iş-enerji ve itme-momentum kavramsal anlama testi verilerinin kovaryans analiz sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Öntest	93,291	1	93,291	7,837	0,007
Yöntem	27,013	1	27,013	2,269	0,138
Hata	630,923	53	11,904		
Toplam	729,714	55			

Tablo 5 incelendiğinde; FeTeMM eğitimi ile derslerin işlendiği deney grubu öğrencilerinin kavramsal anlamaları ile geleneksel öğretimle derslerin işlendiği kontrol grubu öğrencilerinin kavramsal anlamaları arasında düzeltilmiş son test ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($F(1-53)= 2,269$, $p>0,05$). Bu bulguya göre; deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test puanları kontrol altında tutulduğunda, öğrencilerin uygulama sonrasındaki kavramsal anlama düzeyleri kullanılan eğitim yaklaşımına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemektedir.

Deney ve Kontrol Gruplarının Kendi İçinde Uygulama Öncesi ve Sonrası Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki Fark

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kendi içinde kavramsal anlama düzeylerindeki gelişimin istatistiksel olarak anlamlılığı, ilişkili örneklem için t testi (Paired samples t- test) ile karşılaştırılmıştır. Analiz sonucu Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası iş-enerji ve itme-momentum kavramsal anlama testi verilerinin bağımlı t- testi sonuçları

Gruplar	Başarı Testi	Başarı Testi					
		N	\bar{X}	S	sd	t	p
Deney Grubu	Ön Test	34	6,23	2,53	33	4,89	0,00*
	Son Test	34	9,82	3,59			
Kontrol Grubu	Ön Test	22	8,09	3,30	21	1,87	0,07
	Son Test	22	9,18	3,76			

Tablo 6’ya göre deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve uygulama sonrası kavramsal anlama düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($t(33)=4,89$, $p<0,05$). Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi kavramsal anlama düzeyleri puanlarının ortalaması $\bar{X}=6,23$ iken uygulama sonrası kavramsal anlama düzeyleri puanlarının ortalaması $\bar{X}=9,82$ ’ye çıkmıştır. Bu bulgu FeTeMM eğitiminin İş-Enerji ve İtme-Momentum konularında öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri üzerinde olumlu yönde bir etkiye sahip olduğu sonucunu göstermektedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve uygulama sonrası kavramsal anlama düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($t(21)=1,87$, $p>0,05$). Kontrol grubu öğrencilerinin kavramsal anlama düzeyleri puanlarının ortalaması $\bar{X}=8,09$, uygulama sonrası kavramsal anlama düzeyleri puanlarının ortalaması $\bar{X}=9,18$ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre geleneksel öğretimin İş-Enerji ve İtme-Momentum konularında öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olmadığı sonucuna ulaşılabilmektedir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

İş-Enerji ve İtme-Momentum konularına yönelik FeTeMM eğitimi etkinlikleri ile derslerin yürütüldüğü deney grubu öğrencilerinin, geleneksel öğretim yöntemi ile derslerin yürütüldüğü kontrol grubu öğrencilerine göre kavramsal anlama düzeylerinin gelişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Araştırmada deney ve kontrol gruplarına ön-test olarak İş-Enerji ve İtme-Momentum Kavramsal Anlama Testi uygulanmıştır. Ön-test verilerinin analizi yapıldığında deney grubu öğrencilerinin ortalaması ile kontrol grubu öğrencilerinin ortalaması arasında kontrol grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Başka bir ifadeyle uygulama öncesi kontrol grubunun deney grubuna kıyasla İş-Enerji ve İtme-Momentum konularında kavramsal anlama düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Uygulama yapıldıktan sonra İş-Enerji ve İtme-Momentum Kavramsal Anlama Testi son-test olarak yeniden uygulanmış ve sonuçları incelenmiştir. Son test sonuçlarına göre deney grubundaki öğrencilerin İş-Enerji ve İtme-Momentum konularına yönelik kavramsal anlama düzeyleri istatistiksel olarak artmıştır. Buna karşın kontrol grubu öğrencilerinin kavramsal anlamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme görülmemiştir. Bu sonuç FeTeMM eğitiminin öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Fakat deney ve kontrol grubunun düzeltilmiş son test sonuçları kıyaslandığında deney grubu ve kontrol grubu öğrencileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ön test sonuçlarına göre deney grubunun kavramsal anlama düzeyinin, kontrol grubunun kavramsal anlama düzeyinin gerisinde kalmasına rağmen; ön-test son-test sonuçları kıyaslandığında deney grubunun kavramsal anlama düzeyinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha fazla arttığı görülmektedir. Her ne kadar son test sonuçlarına göre iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmasa da, ön-test son-test sonuçları kıyaslandığında sadece deney grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkması FeTeMM eğitiminin olumlu etkisi olarak yorumlanabilir.

Deney ve kontrol grubunun düzeltilmiş son test sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına benzer olarak Huffman (1998) problem çözme stratejisi ile geleneksel yöntem arasında kavramsal anlama düzeyi bakımından anlamlı bir fark olmadığını rapor etmiştir.

Kontrol grubu öğrencilerinin kavramsal anlama düzeyleri bakımından ön-test son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen deney grubu öğrencilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu sonuç uygulanan FeTeMM etkinliklerinin olumlu etkisini ortaya koymaktadır. FeTeMM uygulamalarının fizik konularında öğrencilerin kavramsal anlaması üzerine etkisine ilişkin yapılan sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır (Schnittka, 2009; Gühan ve Şahin, 2015). İlköğretim öğrencileri üzerinde gerçekleştirilmiş bu çalışmalarda benzer olarak FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırdığı rapor edilmiştir. Ayrıca geleneksel öğretimden farklı bir eğitim yaklaşım / yöntem kullanılarak öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine etkisinin incelendiği başka çalışmalarda uygulanan eğitim yaklaşım/yöntemin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine olumlu bir etki yaptığı görülmektedir. Zacharia (2003) bilgisayar tabanlı simülasyonlarının, Ateş ve Polat (2005) öğrenme evreleri yaklaşımının, Başer ve Çataloglu (2005) kavram değişimi yöntemine dayalı öğretiminin, İngeç, Ünlü ve Taşar (2006) gösteri deneylerinin, Gaigher, Rogan ve Braun (2007) problem çözme yaklaşımının, Şahin (2010) probleme dayalı öğretim yönteminin, İnel (2012) kavram karikatürleri destekli probleme dayalı öğrenme yönteminin, Atasoy, Tekbiyık ve Gülay (2013) kavram karikatürlerinin, Uluçınar ve Kılıç

(2013) bilimsel tartışma yönteminin ve Türkoğuz ve Cin (2013) argümantasyona dayalı kavram karikatürü etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini olumlu yönde etkilediğini rapor etmişlerdir.

Gerek yapılan alanyazın araştırması, gerekse bu çalışma ile yaşadığımız deneyimler sonucunda araştırmacılara aşağıdaki önerilerde bulunabiliriz:

- Alanyazın incelendiğinde Fizik konularının öğretimine yönelik farklı öğretim yönteminin kullanıldığı ve uygulanan yöntemin öğrencilerin kavramsal anlama düzeyi üzerine etkisinin araştırıldığı birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar genellikle uygulanan öğretim yöntemi ile geleneksel öğretim yönteminin kıyaslandığı çalışmalardır. FeTeMM eğitimi ile diğer öğretim yöntemlerinin (işbirlikli öğretim, probleme dayalı öğretim vb.) öğrencilerin kavramsal anlamaları bakımından kıyaslandığı daha çok sayıda çalışmaların yapılmasının alanyazına katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

- FeTeMM eğitimi uygulanırken gruptaki öğrenci sayısının 3-4 gibi az sayıda tutulması önerilmektedir. Ne var ki bu durum kalabalık sınıflarda daha fazla eğitmenin olmasını gerekli kılmaktadır. Bu da imkânlarla sınırlıdır.

- FeTeMM etkinliklerinin eğitim ve öğretim ortamlarında kullanılabilmesi için, öğretmenler ve öğretmen adayları FeTeMM eğitimi konusunda bilgilendirilmeli, bunu yapmak içinde öğretmenlere ve öğretmen adaylarına FeTeMM eğitimi seminerleri verilmelidir.

- FeTeMM yaklaşımı elektrik, manyetizma, optik, dalgalar gibi diğer fizik konularında da uygulanarak öğrenci başarısı, kavramsal anlaması ya da tutumu ve motivasyonu gibi duyuşsal özellikler üzerine etkisini incelemeye yönelik çalışma yapmaları araştırmacılara önerilir.

- İş-Enerji ve İtme-Momentum konularının öğretiminde kullanılan öğretim yönteminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine etkisinin incelenmesi üzerine yurtiçi ve yurtdışında az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Araştırmacılara bu durumu göz önünde bulundurarak çalışmalar yapmaları önerilebilir.

KAYNAKÇA

- Akaygün, S. and Aslan-Tutak, F. (2016). STEM images revealing stem conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers, *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 56-71.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. & Özdemir, S. (2015a). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?]*[White Paper]. İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi.
- Atasoy, Ş., Tekbıyık, A. ve Gülay, A. (2013). Beşinci sınıf öğrencilerinin ses kavramını anlamaları üzerine kavram karikatürlerinin etkisi, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(1), 176-196.

- Ateş, S. ve Polat, M. (2005). Elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde öğrenme evreleri metodunun etkisi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(1), 39-47.
- Başer, M. ve Çatakoğlu, E. (2005). Kavram değişimi yöntemine dayalı öğretimin öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki "yanlış kavramlar"ının giderilmesindeki etkisi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 43-52.
- Bodur, E. (2006). *Bilgisayar Destekli Fizik Öğretiminde Yapısalci Yaklaşımın Öğrenci Başarısına Etkisi*, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya.
- Büyüköztürk, Ş. (2002). *Sosyal Bilimleri İçin Veri Analizi Elkitabı*, Ankara: Pegem Yayınları.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills, *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226
- Çalik, M. Ayas, A. & Coll, R. K. (2007). Enhancing pre-service elementary teachers' conceptual understanding of solution chemistry with conceptual change text, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5(1), 1-28.
- Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu, *Turkish Journal of Education*, 3(1), 4-10.
- Çorlu, M. S., Capraro, R.M. & Capraro, M.M. (2014). Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation, *Educational and Science*, 39 (171), 74-85.
- Delen, İ. ve Uzun, S. (2018). Matematik öğretmen adaylarının FeTeMM temelli tasarladıkları öğrenme ortamlarının değerlendirilmesi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi*, 33(3): 617-630 Doi: 10.16986/HUJE.2018037019.
- Doğaner, M. ve Kuyucular, Y. (2017). Mobil reklam faaliyetlerinin tüketici algısı üzerine etkileri: üniversite öğrencilerine yönelik bir araştırma, *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(3), 236-255.
- Gaigher, E., Rogan, M. & Braun, M. W. (2007). Exploring the development of conceptual understanding through structured problem-solving in physics, *International Journal of Science Education*, 29(9), 1089-1110.
- Gökbayrak, S. ve Karışan, D. (2017a). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeTeMM temelli etkinlikler hakkındaki görüşlerinin incelenmesi, *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 25-40.
- Gökbayrak, S. ve Karışan, D. (2017b). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi, *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., Harwell, M. R. & Moreno, M. (2016). STEM integration in middle school life science: student learning and attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 25(4), 550-560. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9612-x>.

- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2015). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve mesleklerle ilgili görüşlerine etkisi, *Pegem Atf İndeksi*, 283-302. <http://dx.doi.org/10.14527/9786053183563b2.019>.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Science*, 13(1), 602-620.
- Herdem, K. ve Ünal, İ. (2018). STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizi: bir meta-sentez çalışması, *Eğitim Bilimleri Dergisi*, 48 (48), 145-163. DOI: 10.15285/maruaabd.345486.
- Huffman, D. (1998). Effect of explicit problem solving instruction on high school students' problem-solving performance and conceptual understanding of physics, *Journal of Research in Science Teaching*, 34(6), 551-570.
- İnel, D. (2012). *Kavram karikatürleri destekli probleme dayalı öğrenme yönteminin öğrencilerin problem çözme becerileri algılarına, fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına ve kavramsal anlama düzeylerine etkileri*, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- İngeç, Ş., Ünlü, P., ve Taşar, M. (2006). Momentum kavramının öğrenme gelişim sıralamasının araştırılması, *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1),124-134.
- Karasar, N. (2012). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Keçeci, G., Alan, B. ve Zengin, F. (2017). 5. sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamalar, *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD) 18(Özel Sayı)*, 1-17.
- Kızılay, E. (2016) Fen bilgisi öğretmen adaylarının FeTeMM alanları ve eğitimi hakkındaki görüşleri, *The Journal of Academic Social Science Studies*, 47(1), 403-411. Doi:<http://dx.doi.org/10.9761/JASSS3464>.
- Köse, S., Ayas, A. ve Taş, E. (2003). Bilgisayar Destekli Öğretimin Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi: Fotosentez, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 14(2), 106-112.
- Madanoğlu, N. (2015). *9. sınıf öğrencilerinin iş ve enerji konusundaki kavramsal anlamalarının incelenmesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir.
- McDermott, C. L. (2001). Physics education research: the key to students learning, *Physics World*, 17(1), 40.
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı) (2016). STEM eğitimi raporu. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.
- NRC (National Research Council) (1996). National science education standards: Observe, interact, change, learn. Washington, DC: National Academy Press.

- Özdemir, E. (2015). *Bilgisayar destekli 10. sınıf modern fizik ünitesi öğretiminin öğrencilerin kavramsal ve duyuşsal değişimlerine etkisi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Balıkesir.
- Riskowski, J. L., Todd, C. D., Wee, B., Dark, M. & Harbor, J. (2009). Exploring the effectiveness of an interdisciplinary water resources engineering module in an eighth grade science course, *International Journal of Engineering Education*, 25 (1),181–195.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 71(8), 1-4.
- Schnittka, C. G. (2009). *Engineering design activities and conceptual change in middle school science*, University of Virginia, Doctoral Thesis, USA.
- Şahin, M. (2010). The impact of problem-based learning on engineering students' beliefs about physics and conceptual understanding of energy and momentum, *European Journal of Engineering Education*, 35(5), 519-537.
- Tanel, Z. ve Tanel, R. (2010). A turkish adaptation study for energy and momentum test, *Balkan Physics Letters*, 2(18), 149-155.
- Tutak, F., Akaygün, S., ve Tezseven, S. (2017) İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi uygulaması: kimya ve matematik öğretmen adaylarının fetemm farkındalıklarının incelenmesi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(4), 794-816 Doi: 10.16986/HUJE.2017027115.
- Türkoğuz, S, ve Cin, M. (2013). Argümantasyona dayalı kavram karikatürü etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine etkisi, Dokuz Eylül Üniversitesi *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1) 155-173.
- Uğraş, M. (2017). Okul öncesi öğretmenlerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşleri, *Eğitimde Yeni Yaklaşımlar Dergisi*, 1(1), 39-54.
- Uluçınar, Ş. ve Kılıç, Z. (2013). İlköğretim öğrencilerinin bilimin doğasını anlama düzeylerine bilimsel tartışma odaklı öğretimin etkisi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44(1), 308-318.
- Wang, H. H., (2012). *A new era of science education: science teachers' perceptions and class room practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration*. Unpublished PhD thesis. Minnesot: Minnesota University.
- Wyss, V.L., Heulskamp, D. & Siebert, C.J. (2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. *International Journal of Environmental and Science Education*, 7 (4), 501-522.
- Yamak, H., Bulut, N. ve Dünder, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.

- Yavuz, M. (2015). *Fizik dersi optik ünitesi öğretiminde jigsaw tekniğinin 10. sınıf öğrencilerinin akademik başarısına etkisi*, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Yeryürek, İ. (2013). *Fizik öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına ve tutumuna etkisi: elektrik akımı örneği*, eğitim bilimleri enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van.
- 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), 200-214.
- Yıldırım, B. ve Türk, C. (2018). Sınıf öğretmeni adaylarının stem eğitime yönelik görüşleri: uygulamalı bir çalışma, *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 195-213.
- Zacharia, Z. & Anderson, O. (2003). The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students' conceptual understanding of physics, *American Journal of Physics*. 71(6), 618-629.