

AN EXPERIMENTAL RESEARCH ON EFFECTS OF STEM APPLICATIONS AND MASTERY LEARNING¹ (STEM UYGULAMALARI VE TAM ÖĞRENMENİN ETKİLERİ ÜZERİNE DENEYSSEL BİR ÇALIŞMA)

Bekir YILDIRIM²
Mahmut SELVİ³

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the effects of STEM applications and mastery learning on academic achievements, inquiry learning skills perceptions, motivations, their attitude towards STEM applications and permanence of information of the secondary school students. The study group of this study, which has been carried out in three stages, i.e. pilot, orientation and implementation, is composed of the seventh grade students attending a secondary school affiliated to Mus Provincial Directorate of National Education in the 2015-2016 school year. By means of the assignment of equal probability, two of these grades were designated as the experimental group and one as the control group. The application in question was made based on a semi-experimental study. SPSS package program was utilized to analyze the quantitative data obtained from the study. As a result of the research, It is found that STEM applications and mastery learning have positive effects on students' motivation for academic achievement and motivation. Furthermore, STEM applications and mastery learning have also been found to have a positive effect on the permanence of the learned information. It has also been observed that STEM applications and mastery learning do not have a positive effect on the inquiry learning skills perceptions for STEM attitude and science. As a result of these findings, suggestions on STEM applications and mastery learning were made.

Keywords: STEM, Mastery Learning, Achievement, Motivation, Attitude

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına, fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algılarına, fene yönelik motivasyonlarına, STEM'e karşı tutumlarına ve bilginin kalıcılığına olan etkisini tespit etmektir. Pilot, oryantasyon ve asıl uygulama olmak üzere üç basamakta gerçekleştirilen bu araştırmanın çalışma grubunu 2015-2016 eğitim-öğretim yılında Muş İl Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı bir ortaokulda öğrenim görmekte olan yedinci sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Eş olasılıklı atama yoluyla bu şubelerden ikisi deney, birisi kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Söz konusu uygulama, yarı-deneysel bir çalışmaya dayalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada elde edilen nicel verilerin analizinde SPSS paket programından yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda, STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin öğrencilerin akademik başarı ve fene yönelik motivasyonları üzerine olumlu etki yaptığı bulunmuştur. Dahası STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin öğrenilen bilgilerin kalıcılığı üzerine olumlu etki yaptığı da tespit edilmiştir. Ayrıca STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin STEM tutum ve fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algıları üzerinde olumlu etki yapmadığı da görülmüştür. Elde edilen bu bulgular sonucunda, STEM uygulamaları ve tam öğrenme üzerine önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: STEM, Tam Öğrenme, Başarı, Motivasyon, Tutum

¹ Bu çalışma birinci yazarın doktora tezinin bir kısmından üretilmiştir.

² Yrd. Doç. Dr., Muş Alparslan University, Faculty of Education, bekir58bekir@gmail.com

³ Prof. Dr., Gazi University, Faculty of Education, selvimahmut@gmail.com

SUMMARY

Introduction

In the 21st century, it is essential to train interrogator individuals with problem solving skills and critical thinking skills who can find scientific solutions in the face of problems they face. Science education has an important place for the acquisition of such characteristics. It is possible to train qualified individuals who can meet the necessities of the time through effective science education.

Science education aims to train creative, critical and fruitful individuals who have scientific thinking skills and a wide perspective and who are responsible to their countries and communities. In short, the aim of science education is to train individuals equipped with 21st century skills. Besides, an individual who has received quality science education contribute to he country's development in technology, engineering and mathematics.

Today, we cannot suffice with effective science education; we need to reveal its interaction with other disciplines. Today science education is not regarded separately from technology, engineering and math. Therefore, educationists in many countries emphasize that science, technology, engineering and mathematics should be taught together. Integrated instruction of these four disciplines is called as STEM education.

Purpose

The purpose of this study is to determine the effects of STEM applications and mastery learning on academic achievements, inquiry learning skills perceptions, motivations, their attitude towards STEM applications and permanence of information of the secondary school students.

Method

The pre-test, post-test with control group model was used in this study that semi-experimental design has been used. The study group of this study, which has been carried out in three stages, i.e. pilot, orientation and implementation, is composed of the seventh grade students attending a secondary school affiliated to Mus Provincial Directorate of National Education in the 2015-2016 school year. "Academic Achievement Test I (AAT I) and "Academic Achievement Test II (AAT II)" achievement tests, "Scale of Inquiry Learning Skills Perception towards Science (SOILSPTS)", "Motivation Scale towards Science (MSTS)" and "STEM Attitude Scale (SAS)" were administrated to the seventh grade students at this school.

Data Analysis

Based on the preliminary test score result obtained from the tests and scales, no significant difference was found among the three grades involved. By means of the assignment of equal probability, two of these grades were designated as the experimental group and one as the control group. Treatment was carried out over a period of 8 weeks. SPSS package program was utilized to analyze the quantitative data obtained from the study. Whether the quantitative data has a normal

distribution was assessed by Shapiro-Wilk Test. Depending on the result from the Shapiro Wilk Test, parametric tests were used in the study. "One-way variance analysis" (ANOVA) was applied to determine the relationship among the AAT I, AAT II, SOILSPTS, Persistence test and SAS post-test scores of the groups. However, "Welch test" was used for MSTs scale since variances for the groups in some tests were not homogenous, some data was homogenous though. "T-test for dependent groups" was performed to analyze the relationship between the pre-test and post-test scores of the groups and the relationship between the pre-test and post-test scores of the control group.

Findings

As a result of the study, it was found that the students in the first and second experimental groups to whom STEM applications and complete learning were applied achieved higher AAT I, AAT II and retention test scores compared to the students in the control group who continued to be taught the existing curriculum and that the difference between them was significant. In addition, it was seen that there was not a significant difference between the first and second experimental group and the control group in terms of the SAS and SOILSPTS post-test scores. Furthermore, between the MSTs post-test scores of the the second experimental and control group, it was observed that there was a significant difference between the second experimental group and the control group, in favor of the second experimental group.

Discussion and Conclusion

STEM applications indicated that that treatments based on STEM applications and mastery learning had positive effect on students' increasing academic achievement. This result is also supported by the results of studies which show that STEM applications have positive effect in increasing academic achievements of students (Ceylan and Özdilek, 2015; Cotabish, Dailey, Robinson and Hunghe, 2013).

It was determined that there is not a significant difference between the experimental and the control group in terms of their inquiry science learning skills perceptions at post-treatment.

It was seen that there is not a significant difference between the students in the experimental and the control group in terms of FYMÖ post-test scores. When the literature is examined, there are many studies which indicate that STEM applications had significant effect on increasing students' motivations (Green, 2012; Kang, Ju and Jang, 2013; Kong and In-Cheol, 2014; Özdoğru, 2013).

It was seen that the experimental and control group students there is not a significant difference between the experimental and control group students on STEM attitude scale. There are research findings which indicate that STEM applications do not have effect on increasing students' attitudes towards STEM disciplines (Cosentino, 2008; Kong and Huo, 2014; Kong, Huh and Hwang, 2014). Besides, there are several studies which suggest that STEM applications have

positive effect on students' attitudes towards STEM disciplines (Özdoğru, 2013; Seong-Hwan, 2013; Sung and Na, 2012; Song, Shin and Lee, 2010).

GİRİŞ

Yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren hız kazanan küresel ekonomik yarış ile bilim ve teknolojide meydana gelen değişimler, ülkelerin eğitim sistemlerini gözden geçirmelerini ve yeniden yapılandırılmasını zorunlu hale getirmiştir (Aydın, 2011). Buna bağlı olarak ülkeler için problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerine sahip; düşünen, sorgulayan, karşılaştığı problemlere karşı bilimsel çözümler üreten bireylerin yetiştirilmesi önemlidir. Bu özelliklerin kazandırılmasında fen bilimleri eğitiminin önemli bir yeri vardır. Ülkelerin ihtiyacı olan çağın gereklerine uygun nitelikte bireylerin yetiştirilmesi etkili bir fen eğitiminin gerçekleştirilmesiyle mümkündür.

Fen eğitiminin öğretiminde öğretme-öğrenme ortamları ne kadar iyi tasarlanmışsa bireylerin feni öğrenmeleri o kadar kolaylaşacaktır. Öğrenen bireyler feni diğer disiplinlerle birleştirerek günlük yaşamlarında kullanacaklardır. Bugün fen öğretimin etkili ve verimli olması için kullanılan birçok öğrenme modeli, yöntem ve teknik bulunmaktadır. Bu modellerden biride tam öğrenme modelidir. Tam öğrenme modeli, eşit zaman, fırsat ve imkan verildiğinde herkesin öğreneceği üzerinde duran bir modeldir (Demirel, 2012). Tam öğrenme modeline uygun olarak hazırlanan öğretme-öğrenme ortamları sayesinde fen eğitiminde başarılı sonuçlar alınacaktır. Tam öğrenme yöntemine göre, başarının artması üç temel faktöre bağlıdır. Bu faktörlerden birincisi öğrenci nitelikleridir. Diğer iki faktör ise öğrenme ürünleri ve öğretim hizmetinin nitelikleridir. Öğrenci nitelikleri değişkeni iki temel değişkenden oluşmaktadır. Bu değişkenler birincisi bilişsel giriş davranışlarıdır. Bilişsel giriş davranışları, öğretilmesi düşünülen ünitenin ya da konunun öğretilmesinde gerekli olan ön bilgiler olarak tanımlanmaktadır. Bu değişkenlerden bir diğeri ise, duyuşsal giriş davranışlarıdır. Bu davranışlar ise, bireylerin yeni bir konuyu öğrenmelerinde etkili olan tutum, akademik öz güven, öz yeterlilik, ilgi gibi diğer temel değişkenleri içermektedir (Bloom, 2012). Tam öğrenme kuramındaki bilişsel giriş davranışları öğrenci başarılarını % 50 oranında artırırken, duyuşsal giriş davranışları öğrenci başarılarını % 25 oranında arttırmaktadır. Bu iki değişkenin öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediğine dair çalışmalar da yer almaktadır (Akbaş ve Çelikkaleli, 2006; Öztürk ve Şahin, 2015).

Tam öğrenme kuramının bir diğer değişkeni de öğretim hizmeti nitelikleridir. Bloom öğretim hizmeti niteliği altında öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkili olan değişkenleri ipucu, aktif katılma, pekiştirme ve dönüt-düzeltilme olarak belirlemiştir (Bloom, 2012; Demirel, 2012; Senemoğlu, 2014). Bu değişkenler beraber kullanıldığında akademik başarıyı arttırmada etkili olmaktadır. Bunun yanında tam öğrenme kuramında yer alan öğrenme ürünleri değişkeni de öğrencilerin başarılarını arttırmayı sağlayan diğer önemli bir faktördür. Tam öğrenmenin bu değişkenleri kullanılarak bireylerin fen eğitiminde başarılı olmaları sağlanabilir (Bloom, 2012).

Fen eğitiminin sadece etkili bir şekilde verilmesinin yeterli olmadığı günümüzde fen eğitimin diğer disiplinlerle ilişkisinin de ortaya konulması gerekmektedir. Günümüzde fen eğitimi teknoloji, mühendislik ve matematikten ayrı düşünülmemektedir. Bu yüzden birçok ülke, eğitimci fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birlikte verilmesinin önemli olduğu üzerinde durmaktadır. Bu dört temel disiplinin entegre bir şekilde verilmesine Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitimi denilmektedir. STEM terimi ya da kavramı ilk olarak 2001 yılında ortaya çıkmıştır (Yıldırım ve Altun, 2014). Her ne kadar STEM kavramı 2001 yılında National Science Foundation (NSF) tarafından ortaya konulmuş olsa da geçmişi 19. yüzyılın başlarına dayanmaktadır (Ostler, 2012).

STEM, “Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik” kelimelerinin İngilizce baş harflerinin bir araya gelmesiyle oluşmuş bir kısaltmadır (Yıldırım ve Altun, 2014; Gonzalez ve Kuenzi, 2012). Diğer bir deyişle, STEM eğitimi, farklı disiplinleri bir araya getirerek ve bu disiplinler arasında bağlantı sağlayarak öğrenmenin çok boyutlu gerçekleşmesini sağlamaktadır (Smith ve Karr-Kidwell, 2012). STEM eğitiminin ortaya çıkışının temelini ABD’li öğrencilerin fen, matematik ve mühendislik alanlarına olan ilgilerinin giderek azalması oluşturmaktadır (Ostler, 2012). Bu açıdan bakıldığında, STEM eğitiminin ekonomik ve teknolojik kaygılar üzerine ortaya çıktığı söylenebilir.

STEM eğitimi, farklı disiplinleri bir araya getiren, bireylerin disiplinlerarası çalışmasına ve derinlemesine öğrenmesine yol açan, öğrendikleri bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmesine fırsat sunan ve öğrencilerin 21. yy yaşam becerileri gelişmesine katkı sunan bir eğitim yaklaşımıdır (Akyıldız, 2014; Dugger, 2010; Morrison, 2006; Yıldırım ve Altun, 2015; Yıldırım ve Selvi, 2016). Dahası STEM eğitimi bireyleri 21. yy. iş dünyası için hazırlamada etkilidir. Çünkü 21. yy. iş dünyasında çoğu meslek STEM eğitimi beceri ve donanımlarını içermektedir (Bybee, 2013; Lacey ve Wright, 2009; Akyıldız, 2014). Bu bağlamda öğrencilerin STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin öğrencilerin çok boyutlu gelişmelerine katkı sağlayacaktır. Alan yazısı incelendiğinde, STEM eğitimi ve tam öğrenmenin farklı değişkenler üzerinde etkisinin incelendiği birçok çalışma bulunmaktadır (Adeyemo ve Babajide, 2014; Akbaş ve Çelikkaleli, 2006; Gökbayrak ve Karışan, 2017; Mevarech, 2015; Öztürk ve Şahin, 2015; Yamak, Bulut ve Dündar, 2014; Yıldırım ve Selvi, 2016). Bu çalışmalar sonucunda STEM eğitimi ve tam öğrenmenin olumlu etkilerinin olduğu görülmektedir. Bunun yanında, literatür incelendiğinde STEM eğitiminin Proje Tabanlı Öğrenme, 5E Öğrenme Modeli gibi farklı yöntemler ile birlikte kullanıldığı görülmektedir (Capraro, Capraro ve Morgan, 2013; Dass, 2015; Han, Capraro ve Capraro, 2014). Ancak STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin aynı anda kullanıldığı, sorgulayıcı öğrenme becerileri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışma literatürde yer almamaktadır. Bu nedenle STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin birlikte kullanıldığı ilk çalışma olmasının yanında STEM eğitiminin sorgulayıcı öğrenme beceri algıları üzerine etkisinin incelendiği ilk çalışma olması da bu çalışmayı önemli kılmaktadır.

Bu bağlamda, alan yazısı incelendiğinde STEM eğitiminin Proje Tabanlı Öğrenme, 5E Öğrenme Modeli, Probleme Dayalı Öğrenme gibi yöntemlerle kullanıldığı ancak aynı alan yazısı tarandığında ise, STEM eğitiminin tam öğrenme yöntemi ile birlikte kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. STEM eğitimi ve tam öğrenmenin birlikte kullanıldığı ilk çalışma olması nedeniyle bu çalışmanın önemli bir yeri vardır. Ayrıca STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin akademik başarı, motivasyon ve STEM'e karşı tutum üzerine etkisinin incelendiği birçok çalışma mevcuttur. Ancak STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin sorgulayıcı öğrenme beceri algıları üzerine etkisinin incelendiği bir çalışma yer almamaktadır. Bu çalışmada STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin sorgulayıcı öğrenme beceri algıları üzerine etkisinin incelendiği ilk çalışma olması da bu çalışmayı önemli kılmaktadır.

Bu araştırmada, STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına, fene yönelik sorgulayıcı öğrenme beceri algılarına, fene yönelik motivasyonlarına, STEM'e karşı tutumlarına ve bilginin kalıcılığı üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda aşağıda yer alan araştırma sorularına cevap aranacaktır. -Bu sorular şunlardır:

1. STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkileri nelerdir?
2. STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin öğrencilerin sorgulayıcı öğrenme beceri algıları üzerine etkileri nelerdir?
3. STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin öğrencilerin fene yönelik motivasyonları üzerine etkileri nelerdir?
4. STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin kalıcı öğrenme üzerine etkileri nelerdir?
5. STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin öğrencilerin STEM'e karşı tutumları üzerine etkileri nelerdir?

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Bu çalışmada STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin çeşitli bağımlı değişkenler üzerinde etkisi incelenmeye çalışılmıştır. Deneysel desenler, bağımsız ve bağımlı değişkenlerin arasındaki ilişkiyi test etmek amacıyla kullanılmaktadır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2011). Bu araştırmada ön test, son test kontrol gruplu model kullanılmış olup grupların atanmasında eş olasılıklı atama yöntemi tercih edilmiştir.

Çalışmada kullanılan modelin simgesel görünümü aşağıda Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneysel Modelin Simgesel Görünümü

Gruplar	Ön test	Uygulama	Son test	Kalıcılık testi
G1 (Birinci Deney Grubu)	O1	X1	O2	O3
G2 (İkinci Deney Grubu)	O4	X1+X2	O5	O6
G3 (Kontrol Grubu)	O7	MEB müfredatı	O8	O9

X1: STEM uygulamaları, X2: Tam öğrenme

Tablo 1 incelendiğinde, çalışma kapsamında ikisi deney, diğeri ise kontrol grubu olmak üzere 3 grup çalışmaya dahil edilmiştir. Birinci deney grubunda STEM uygulamaları, ikinci deney grubunda STEM uygulamaları ve Tam öğrenme, kontrol grubunda ise mevcut MEB müfredatına bağlı kalınarak dersler işlenmiştir.

Araştırmanın Çalışma Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın çalışma evreni, Muş İl Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı bir ortaokulun 7. sınıfında okuyan tüm öğrenciler oluşturmaktadır. Uygulama sonucunda çalışma evreninden örneklem seçimi seçkisiz örneklem yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın örneklemini aynı okulun 7. sınıf seviyesinde üç farklı şubesinde eğitime devam eden toplam 78 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmaya katılan öğrencilerin 39'u kız, 39'u erkek öğrencidir. Bu çalışmada yer alan üç sınıftan ikisi deney grubu (n=56), diğeri de kontrol grubu (n=22) olmak üzere üç farklı grup yer almıştır. Bu üç grupta farklı uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Bu gruplardan birincisi, birinci deney grubu (STEM uygulamalarına uygun olarak dersler gerçekleştirilecek olan grup); ikincisi ikinci deney grubu (STEM uygulamaları ve tam öğrenmeye uygun olarak dersler gerçekleştirilecek olan grup), ve üçüncüsü ise kontrol grubudur (mevcut programa uygun olarak dersler gerçekleştirilecek olan grup).

Veri Toplam Araçları

Araştırmada akademik başarıyı ölçmek için Akademik Başarı Testleri I ve II (ABT I ve ABT II), Fene Yönelik Motivasyon (FYMÖ) ve Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Algı Ölçeği (FYSÖBAÖ) ile STEM Tutum Ölçeği (STÖ) kullanılmıştır.

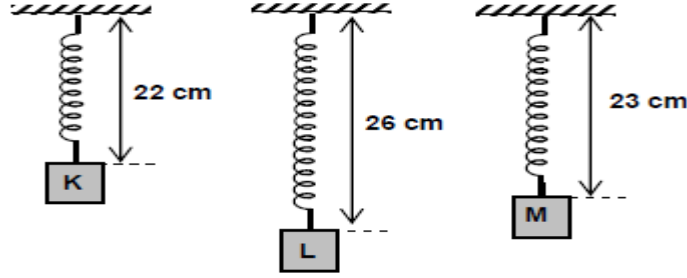
Akademik Başarı Testleri I ve II (ABT I ve ABT II)

Araştırmada öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasında akademik başarılarını ölçmek amacıyla araştırmacı tarafından ABT I ve ABT II testleri geliştirilmiştir. Öğrencilerin akademik başarılarının ön test, son test ve kalıcılığın ölçülmesi için 31 sorudan oluşan bilgi, kavrama ve uygulama düzeylerine uygun olan ABT I testi ile analiz, değerlendirme, sentez düzeylerine uygun olarak 30 sorudan hazırlanan ABT II testi kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan ABT I ve ABT II testinin pilot çalışması 2014-2015 eğitim-öğretim yılı güz döneminde gerçekleştirilmiştir. ABT I testinin ilk formu oluşturulmadan araştırmacı tarafından üniteye özgü olarak önce belirtke tablosu oluşturulmuştur. Oluşturulan belirtke tablosuna bağlı kalınarak 50 sorudan oluşan ABT I testi ilk formuna son hali verilmiştir. 50 sorudan oluşturulan ABT I testi için iki Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı, Fen Bilimleri Eğitimi alan uzmanlarından görüşler alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda ABT I testinden 10 soru çıkartılmıştır.

Uzman görüşleri doğrultusunda çıkartılan sorulara Şekil 1'de örnek verilmiştir.

Uzman görüşleri doğrultusunda çıkarılan örnek bir soru:



Cem, tavana astığı 20 cm uzunluğundaki yayın ucuna K, L, M cisimlerini astığında yay uzunlukları şekildeki gibi oluyor. K'nın ağırlığı 22 N olduğuna göre, L'nin ve M'nin ağırlıkları hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	L (N)	M (N)
A)	66	33
B)	26	23
C)	60	33
D)	66	30

Uzman Görüşü 1: Bu soruda öğrencinin yay bilgisi değil de oran-orantı bilgisi soruluyor. Bu sebepten dolayı sorunun “Kapsam Geçerliği” düşüktür. Bu soru çıkartılmalıdır.

Uzman Görüşü 2: Bu soru öğrencilerin matematiksel işlem becerilerini ölçmektedir. Bu sebepten çıkarılmalıdır.

Şekil 1. ABT I Testinden Çıkarılan Örnek Soru

Uzman görüşleri doğrultusunda 40 sorudan oluşan ABT I testi 381 öğrenciye uygulanmış ve uygulama sonucunda madde ayırt edicilik değeri 0,29 ve altı olan 9 soru ABT I testinden çıkartılarak ABT I testine son hali verilmiştir. Çıkartılan sorulara Tablo 2’de yer verilmiştir. Dahası, uygulama sonucunda ABT I testinin güvenilirliğin belirlenmesinde Kuder-Richard-20 (KR-20) formülü kullanılmıştır. Analiz sonucunda testin güvenilirlik katsayısı 0,81 olarak hesaplanmıştır.

ABT I testinin madde analizleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Kuvvet ve Hareket Ünitesine ait ABT I’in Ön Deneme Formunun Madde Analizleri

Madde No	Güçlük indeksi(Pj)	Ayırıcılık indeksi(rjx)	Madde No	Güçlük indeksi(Pj)	Ayırıcılık indeksi(rjx)
1	,67	,35	21	,62	,25**
2	,69	,46	22	,36	,18**
3	,93	,20**	23	,55	,35
4	,78	,42	24	,35	,18**
5	,73	,41	25	,26	,13**
6	,53	,16**	26	,51	,41
7	,73	,49	27	,40	,37
8	,45	,37	28	,25	,26**

9	,40	,35	29	,71	,53
10	,61	,47	30	,30	,24**
11	,77	,40	31	,52	,45
12	,55	,32	32	,51	,50
13	,34	,28**	33	,43	,48
14	,81	,37	34	,40	,53
15	,50	,54	35	,37	,42
16	,56	,29	36	,63	,49
17	,68	,50	37	,57	,67
18	,52	,52	38	,33	,19**
19	,43	,47	39	,48	,46
20	,50	,36	40	,48	,51

**Not: Çıkarılan maddeler iki yıldız ve kalın punto ile gösterilmiştir.

Araştırma kapsamında kullanılan akademik başarı testlerden bir diğeri ise, ABT II testidir. ABT II testi analiz, değerlendirme ve sentez aşmalarından oluşturulan bir testtir. ABT II testinin geliştirilmesinde madde test kuramından yararlanılmıştır. Geliştirilen ABT II testi için ilk önce 15 uzmandan görüşler alınmıştır. Uzmanlara ilişkin demografik bilgiler Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Uzmanlara ilişkin demografik bilgiler

		f
Cinsiyet	Erkek	9
	Bayan	6
Ünvan	Doç. Dr.	2
	Yrd. Doç. Dr.	3
	Dr. (Tamamı Fizik Eğitimsi)	2
	Doktora Öğrencisi	4
	Yüksek Lisans Öğrencisi (Tamamı Öğretmen)	4
Alan	Fen Bilgisi Eğitimi	12
	Fizik Eğitimi	3

Tablo 3 incelendiğinde, uzmanların 9’u erkek, 6’sı bayandır. Ayrıca uzmanların 2’si Doçent Doktor, 3’ü Yardımcı Doçent Doktor, 2’si Doktor, 4’ü Doktora öğrencisi ve 4’ü de Yüksek Lisans Öğrencisidir. Dahası bu uzmanların 12’si Fen Bilgisi Eğitim uzmanı iken 2’si Fizik Eğitimi uzmanıdır.

Uzmanların görüşleri doğrultusunda sorularda yer alan eksiklikler ve hatalar giderilmiştir. Bunun sonucunda 30 sorudan oluşan teste son hali verilmiştir. 30 soruluk testte yer alan soruların açık uçlu olmasından dolayı maddelerin güçlük derecelerinin belirlenmesinde iki yol kullanılmıştır. ABT II testinin her bir sorusu için Fen Bilimleri Eğitimi Alanında uzman olan 15 uzmandan görüş ve her bir soru için ayrı ayrı puan alınmıştır. Her bir soru için ortalama puan belirlenerek maddeler için madde güçlük değerleri belirlenmiştir.

Uzman görüşlerinden elde edilen madde güçlük dereceleri Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 4. Uzmanların Görüşlerine Göre Madde Zorluk Dereceleri Ortalamaları

Soru No	Madde Güçlük Derecesi	Soru No	Madde Güçlük Derecesi	Soru No	Madde Güçlük Derecesi	Soru No	Madde Güçlük Derecesi	Soru No	Madde Güçlük Derecesi
S1	.59	S7	.52	S13	.61	S19	.50	S25	.41
S2	.61	S8	.57	S14	.75	S20	.45	S26	.56
S3	.59	S9	.57	S15	.46	S21	.53	S27	.44
S4	.48	S10	.51	S16	.36	S22	.48	S28	.58
S5	.36	S11	.54	S17	.45	S23	.42	S29	.52
S6	.44	S12	.47	S18	.50	S24	.45	S30	.48

ABT II testinde yer alan maddelerin güçlük derecelerin belirlenmesinde uygulanan ikinci yol ise 7. sınıfta okuyan 404 öğrenci ile yapılan pilot çalışmadır. Bu pilot sonucunda da her bir soru için madde güçlük değerleri hesaplanmış ve testte son hali verilmiştir.

Pilot uygulama sonucunda elde edilen madde güçlük dereceleri Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5. Pilot Uygulamaya Göre Madde Zorluk Dereceleri Ortalamaları

Soru No	Madde Güçlük Derecesi	Soru No	Madde Güçlük Derecesi	Soru No	Madde Güçlük Derecesi	Soru No	Madde Güçlük Derecesi	Soru No	Madde Güçlük Derecesi
S1	,62	S7	,69	S13	,60	S19	,41	S25	,57
S2	,51	S8	,62	S14	,80	S20	,22	S26	,61
S3	,69	S9	,23	S15	,41	S21	,60	S27	,30
S4	,59	S10	,42	S16	,25	S22	,37	S28	,64
S5	,36	S11	,32	S17	,38	S23	,45	S29	,73
S6	,50	S12	,58	S18	,51	S24	,22	S30	,59

Madde güçlük değerleri sonucunda ABT II testine son hali verilmiştir. ABT II testinde yer alan sorulardan bir kaç örnek oluşturması açısından Şekil 1’de verilmiştir.

Örnek soru: Çevrenin korunmasına yardımcı olmak için bilim ve teknoloji den yararlanılabilir. Örneğin; çöp torbası yapımında, toprağa gömüldüğünde daha kolay parçalanabilen plastikler kullanılmalıdır. **Aşağıdaki çevre sorunlarının çözümünde bilim ve teknoloji den nasıl yararlanacağımızı anlatınız.**

Karbondioksit seviyesinin yükselmesi sonucunda oluşan küresel ısınmayı engelleme konusunda bilim ve teknoloji den nasıl yararlanılacağını anlatınız.

.....
.....

Soru için Bütünsel Dereceli Puanlama Anahtarı

Kod	Yanıt
	Doğru yanı (1 puan)
10	Alternatif bir enerji kaynağı tanımı yapanlar Elektrikli arabaların kullanılması Isı üretimi için güneş panellerinin kullanılması Elektrik üreten nükleer enerji santrallerinin kullanılması
11	Otomobil teknolojisinin, fabrika, yakıtların vb geliştirilmesine yönelik açıklamalar
19	Diğer doğru cevaplar
	Yanlış Yanıt (0 puan)
70	Sadece yapılması gerekenlerden bahseden ifadeler
71	Ağaç dikilmesi gerekir gibi cevaplar
72	Sadece araba, benzin ya da gibi diğer kaynaklarının kullanılması
79	Diğer yanlışlar (Çizilmiş, okunmayan vb.)
99	Boş

Şekil 2. ABT II Testi ile İlgili Örnek Soru

Örnek Soru: Günlük hayatınızda kullandığınız bir basit makinenin çizimini yapınız, görevini açıklayınız.

.....
.....

Soru için Bütünsel Dereceli Puanlama Anahtarı

Kod	Yanıt
	Doğru yanı (1 puan)
10	Yeni ve farklı bir basit makine çizip görevini açıklama
11	Bilinen bir basit makine çizip görevini açıklama
	Yanlış Yanıt (0 puan)
70	Sadece açıklama yapıp basit makine çizmemek
71	Basit makine çizip görevini açıklamamak
79	Diğer yanlışlar (Çizilmiş, okunmayan vb.)
99	Boş

Şekil 3. ABT II Testi ile İlgili Örnek Soru

Fene Yönelik Motivasyon Ölçeği (FYMÖ)

Fene Yönelik Motivasyon Ölçeği (FYMÖ) Dede ve Yaman (2008) tarafından geliştirilmiştir. FYMÖ 5'li likert tipinde yapılandırılmış bir ölçektir. Ölçekte 21 olumlu, 2 olumsuz madde olmak üzere toplamda 23 madde ve 5 alt boyut bulunmaktadır. Ölçeğin tamamı ve alt boyutlarının güvenirlik katsayılarını hesaplamak için Cronbach Alpha değerlerine bakılmıştır. Araştırmacılar ölçeğin tamamı için Cronbach Alpha değerini 0,80 olarak bulmuştur. FYMÖ'nün yapı geçerliğini belirlemek için araştırmacılar tarafından faktör analizi yapılmıştır. FYMÖ'nün KMO değeri 0,85 bulunmuştur. Bartlett testi sonucu ise ($\chi^2 = 1840,91$; $p < 0,01$) bulunmuştur. Bu çalışma kapsamında FYMÖ'nün güvenirliğine bakılmıştır. Çalışma sonucunda FYMÖ'nün Cronbach Alpha değeri 0,97 olarak bulunmuştur. Faktörlerin ortak varyanslarının 0,53 ile 0,741 arasında değer aldığı ve ölçeğe ilişkin toplam varyansın % 51,61'ni açıkladığı saptanmıştır. Ayrıca, çalışma kapsamında; KMO değeri 0,90 bulunmuştur. Bartlett testi değeri ise ($\chi^2 = 8932,536$, $df=253$, $p<,05$) anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Fene Yönelik Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Algı Ölçeği (FYSÖBAÖ)

Fene Yönelik Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Algı Ölçeği (FYSÖBAÖ) Balım ve Taşköyan (2007) tarafından geliştirilmiştir. FYSÖBAÖ 5'li likert tipinde yapılandırılmıştır. Ölçekte 16 olumlu, 6 olumsuz madde olmak üzere toplamda 22 madde ve 3 alt boyut bulunmaktadır. FYSÖBAÖ'den en yüksek 110 puan ve en düşük ise 22 puan alınmaktadır. Ölçeğin tamamı ve alt boyutlarının güvenirlik katsayılarını hesaplamak için Cronbach Alpha değerlerine bakılmıştır. Araştırmacılar, maddelerin içerikleri dikkate alarak isimlendirdikleri her bir alt boyut için Cronbach Alpha değerleri her bir boyut için ayrı ayrı hesaplanmış ve ölçeğin tamamı içinde Cronbach Alpha değeri 0,84 olarak hesaplamışlardır. Bu araştırma için ayrıca FYSÖBAÖ'nun geçerlilik ve güvenirlik çalışması yapılmıştır. FYSÖBAÖ'nün güvenirlik çalışması, 2014 - 2015 eğitim-öğretim yılının güz döneminde yapılmıştır. Güvenirlik çalışması sonucunda FYSÖBAÖ'nün Cronbach Alpha değeri 0,91 olarak bulunmuştur.

STEM Tutum Ölçeği (STÖ)

Araştırmada, öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasındaki STEM'e karşı tutumlarını belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından STEM Tutum Ölçeği (STÖ) Türkçeye uyarlanmıştır. Ortaokul öğrencilerinin STEM'e karşı tutumlarının ölçülmesi amacıyla ilk önce literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması sonucunda Faber vd. (2013) tarafından geliştirilen STÖ ölçeğine rastlanmıştır. Gerekli izinler alındıktan sonra STÖ Türkçeye uyarlanmıştır (Yıldırım ve Selvi, 2015).

STÖ, 5'li likert tipinde yapılandırılmış bir ölçektir. Ölçek 37 maddeden oluşmaktadır. STÖ'nün yapı geçerliliğini belirlemek için faktör analizi yapılmıştır. STÖ'nün KMO değeri 0,94 Bartlett testi değeri ise ($\chi^2 = 15593,080$, $df=666$, $p<,05$) bulunmuştur. Araştırma kapsamında ölçeğin tamamı için Cronbach Alpha değeri 0,94 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca STÖ'nün dört alt boyutunun açıkladığı toplam

varyans ise, 50,173 olarak tespit edilmiştir. Bunun yanında STÖ'nün faktör analizi sonuçları CFI=0,90, NFI=0,95, GFI=0,86, AGFI, 0,84, IFI=0,96, SRMR=0,53 ve RMSEA= 0,063 bulunmuştur.

Verilerin analizi

Çalışma kapsamında nicel verilerin analizinde SPSS-17 kullanılmıştır. Çalışma verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine bakmak için Shapiro-Wilk testi, Grupların kendi arasındaki karşılaştırmalarının yapılması için tekyönlü varyans analiz (ANOVA) testi, Welch ve Brown-Forsythe testi ve bağımlı gruplar için t-testi kullanılmıştır.

Uygulama aşamaları

Çalışma kapsamında oluşturulan birinci ve ikinci deney grupta yapılan uygulamalar Tablo 6'da sıra ile verilmiştir.

Tablo 6. Deney Gruplarına İlişkin Uygulama Aşamaları

Birinci Deney Grubu	İkinci Deney Grubu
ABT I, ABT II başarı testleri ile birlikte STÖ, FYMÖ ve FYSÖBAÖ ölçeklerine yönelik ön test uygulamaları yapılmıştır.	ABT I, ABT II başarı testleri ile birlikte STÖ, FYMÖ ve FYSÖBAÖ ölçeklerine yönelik ön test uygulamaları yapılmıştır.
	Tam öğrenmeye yönelik uygulamaların yapılacağı bu grupla ilgili olarak "Tanıma ve Yerleştirmeye Yönelik" geliştirilen test uygulanmıştır. Yapılan bu testin amacı, öğrencilerin ön öğrenmelerindeki eksiklerin belirlenmesidir. Öğrencilere uygulanan teste ilişkin örnek görseller aşağıda verilmiştir.
İş-enerji Konusunun Öğretilmesi	İş-enerji Konusunun Öğretilmesi
Kuvvet-İş-Enerji Arasındaki İlişkin Keşfedilmesi	Kuvvet-İş-Enerji Arasındaki İlişkin Keşfedilmesi
1. İş nedir?	1. İş nedir?
2. Cisimlerin üzerine etki yapan tüm kuvvetler iş yapar mı?	2. Cisimlerin üzerine etki yapan tüm kuvvetler iş yapar mı?
3. Fiziksel anlamda İş'in ne olduğunun Robotlar ile gösterimi.	3. Fiziksel anlamda İş'in ne olduğunun Robotlar ile gösterimi.
	Dönüt-Düzeltilme testlerinin uygulanması
Enerji Konusu	Enerji Konusu
Potansiyel ve Kinetik Enerjinin Keşfi, Luna Park İçin Hız Tren Tasarım Uygulaması	Potansiyel ve Kinetik Enerjinin Keşfi, Luna Park İçin Hız Tren Tasarım Uygulaması
Rüzgar enerjisinden elektrik üretimi uygulaması	Rüzgar enerjisinden elektrik üretimi uygulaması
Hidroelektrik enerjisinden elektrik üretimi ile ilgili tasarım yapma, model oluşturma, simülasyon gösterimi	Hidroelektrik enerjisinden elektrik üretimi ile ilgili tasarım yapma, model oluşturma, simülasyon gösterimi
Esneklik Potansiyel Enerjisi Uygulaması	Esneklik Potansiyel Enerjisi Uygulaması
Güneş enerjisi ile çalışan araba tasarımı	Güneş enerjisi ile çalışan araba tasarımı
Sürtünme Kuvveti ve Enerjinin Korunumu	Sürtünme Kuvveti ve Enerjinin Korunumu
	Dönüt-Düzeltilme testlerinin yapılarak öğrenme eksikliklerin belirlenmesi
ABT I, ABT II başarı testleri ile birlikte STÖ, FYMÖ ve FYSÖBAÖ ölçeklerine yönelik son test uygulamaları yapılmıştır.	ABT I, ABT II başarı testleri ile birlikte STÖ, FYMÖ ve FYSÖBAÖ ölçeklerine yönelik son test uygulamaları yapılmıştır.
Öğrenilen bilgilerin kalıcılığı ile ilgili olarak ABT I ve ABT II testlerinin uygulanması	Öğrenilen bilgilerin kalıcılığı ile ilgili olarak ABT I ve ABT II testlerinin uygulanması

BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin akademik başarı, sorgulayıcı öğrenme beceri algıları, fene yönelik motivasyon, kalıcı öğrenme ve STEM'e karşı tutum değişkenleri üzerine etkisi ile elde edilen nicel veriler analiz edilip, bulgular tablolastırılarak sunulmuştur. Kısacası, çalışma kapsamında elde edilen bulgular araştırma soruları doğrultusunda sıra ile sunulmuştur.

Çalışma örnekleminde elde edilen veri setlerinin tamamının 50'den küçük olması nedeniyle gruptan toplanan veri setlerinin normal dağılım gösterip göstermediğine Shapiro-Wilks testi ile bakılmıştır.

Gruplara ait ABT I, ABT II, FYSÖBAÖ, FYMÖ ve STÖ'ye ilişkin Shapiro Wilk testine ilişkin sonuçlar Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. ABT I, ABT II, FYSÖBAÖ, FYMÖ, Kalıcılık ve STÖ Son test Shapiro-Wilk Testi Sonuçları

		İstatistik	SD	p
ABT I	Birinci Deney Grubu	,977	30	,754
	İkinci Deney Grubu	,946	26	,189
	Kontrol Grubu	,962	22	,534
ABT II	Birinci Deney Grubu	,955	30	,230
	İkinci Deney Grubu	,956	26	,317
	Kontrol Grubu	,949	22	,295
FYSÖBAÖ	Birinci Deney Grubu	,963	30	,372
	İkinci Deney Grubu	,962	26	,423
	Kontrol Grubu	,968	22	,675
FYMÖ	Birinci Deney Grubu	,967	30	,463
	İkinci Deney Grubu	,945	26	,176
	Kontrol Grubu	,935	22	,152
Kalıcılık	Birinci Deney Grubu	,936	30	,069
	İkinci Deney Grubu	,952	26	,254
	Kontrol Grubu	,918	22	,069
STÖ	Birinci Deney Grubu	,956	30	,245
	İkinci Deney Grubu	,945	26	,179
	Kontrol Grubu	,943	22	,231

Tablo 7 incelendiğinde, ABT I ve ABT II testleri ile FYSÖBAÖ, FYMÖ, Kalıcılık ve STÖ ölçekleri için toplanan verilerin normal dağılım gösterdiği ($p>0.05$) istatistiki olarak tespit edilmiş ve buna bağlı olarak ölçek ve testlerden toplanan verilere parametrik testler uygulanmıştır.

Her bir veri setinin varyans homojenliğini sağlayıp sağlamadığına ise Levene F testi ile bakılmıştır.

Levene F testine ilişkin istatistiklere Tablo 8'de yer verilmiştir.

Tablo 8. ABT I, ABT II, FYSÖBAÖ, FYMÖ, Kalıcılık ve STÖ Puanlarına İlişkin Levene F Testi Sonuçları

	Levene istatistiği	Sd 1	Sd 2	p
ABT I	1,344	2	75	,267
ABT II	2,979	2	75	,057
FYSÖBAÖ	2,345	2	75	,103
FYMÖ	3,449	2	75	,037*
Kalıcılık	2,132	2	75	,133
STÖ	2,076	2	75	.100

*p < 0,05

Tablo 8 incelendiğinde, ABT I ve ABT II testleri ile FYSÖBAÖ, Kalıcılık ve STÖ ölçeklerinin p değeri 0,05'den büyüktür. Bu test ve ölçeklerin p değerinin 0,05'den büyük olması varyans homojenliğini sağlandığını göstermektedir. Ancak, FYMÖ ölçeği için grup varyanslarının homojen olmadığı görülmektedir (p < 0,05). Bu durumda ABT I ve ABT II testleri ile FYSÖBAÖ, Kalıcılık ve STÖ ölçeği için ANOVA kullanırken FYMÖ ölçeği için ANOVA'ya alternatif olarak Welch ve Brown-Forsythe testleri uygulanmıştır (Durmuş, Yurtkoru ve Çinko, 2013; Field, 2009).

FYMÖ ölçeği ile ilgili Welch ve Brown-Forsythe test sonuçları Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. FYMÖ ile İlgili Welch ve Brown-Forsythe Testi Sonuçları

	istatistik	Sd 1	Sd 2	p	
FYMÖ	Welch	5,668	2	46,384	0,006*
	Brown-Forsythe	4,830	2	64,826	0,011

*p < 0,05

Tablo 9'a bakıldığında, FYMÖ için Welch testi sonucu gruplar arasında bir farklılaşmanın olduğunu göstermektedir (p<0,05). Grupların son test puanlarına yönelik ANOVA ile Welch testine ilişkin sonuçlar sıra ile verilmiştir.

Deney ve kontrol gruplarının ABT I ve ABT II testine ilişkin sonuçlara Tablo 10'da yer verilmiştir.

Tablo 10. ABT I ve ABT II Son Test Puanlarına İlişkin ANOVA Sonuçları

	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p	Anlamlı fark
ABT I	Gruplar arası	713,272	2	356,636	25,229	,000*	1-2, 1-3 ⁴
	Gruplar içi	1060,176	75	14,136			2-3
	Toplam	1773,449	77				
ABT II	Gruplar arası	1126,371	2	563,186	27,808	,000*	1-2
	Gruplar içi	1518,975	75	20,253			2-3
	Toplam	2645,346	77				

*p < 0,05

4 1: Birinci Deney Grubu, 2: İkinci Deney Grubu, ve 3: Kontrol Grubunu temsil etmektedir.

Çalışmanın bundan sonraki kısımlarında tablo içinde yer alan 1,2 ve 3 rakamları grupları aynı şekilde temsil etmektedir.

Tablo 10 incelendiğinde, grupların ABT I son test aritmetik puan ortalamaları, gruplara göre farklılaşmaktadır [$F_{(2,75)}=25,229$, $p < 0,05$]. Bu farklılaşmanın hangi gruplar arasında olduğunu tespit için “Tukey” testi yapılmıştır. Analiz sonucunda tüm gruplar arasında istatistiki bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, grupların ABT II son test aritmetik puan ortalamaları, gruplara göre istatistiki olarak farklılık göstermektedir [$F_{(2,75)}=27,808$, $p < 0,05$]. Bu farklılaşmayı tespit etmek için “Tukey” testinden yararlanılmıştır. Analiz sonucunda, ikinci deney grubu ile diğer gruplar arasında bir farkın olduğu görülmektedir.

Grupların ABT I ve ABT II testi ön test- son test puanlarına yönelik sonuçlar Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. ABT I ve ABT II Ön Test-Son Test T-Testi Sonuçları

Gruplar	Testler	N	Ön test		Son test		t	p
			\bar{X}	SS	\bar{X}	SS		
Birinci deney grubu	ABT I	30	8,80	1,97	17,53	3,34	12,601	,000*
	ABT II	30	7,00	2,56	12,93	4,57	-6,025	,000*
İkinci deney grubu	ABT I	26	9,26	2,27	20,42	4,24	13,015	,000*
	ABT II	26	7,57	3,47	19,38	5,22	12,372	,000*
Kontrol grubu	ABT I	22	8,81	2,36	12,78	3,69	-4,467	,000*
	ABT II	22	6,64	1,76	10,05	3,30	-4,626	,000*

* $p < 0,05$

Tablo 11 incelendiğinde, tüm grupların ABT I ve ABT II ön test ve son test puanları istatistiki olarak farklılaşmaktadır.

Grupların FYSÖBAÖ’ye ilişkin sonuçları Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 12. FYSÖBAÖ Son Test Puanlarına İlişkin ANOVA Sonuçları

	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	P (ANOVA)
FYSÖBAÖ	Gruplar arası	383,345	2	191,673	2,895	0,62
	Gruplar içi	4966,001	75	66,213		
	Toplam	5349,346	77			

* $p < 0,05$

Tablo 12 incelendiğinde, grupların FYSÖBAÖ son test aritmetik puan ortalamaları, buldukları gruplara göre istatistiki olarak farklılaşmamaktadır [$F_{(2,75)}=2,895$, $p > 0,05$].

Grupların ön test-son test FYSÖBAÖ’ye ilişkin bulgulara Tablo 13’de yer verilmiştir.

Tablo 13. FYSÖBAÖ'ye ait Bağımlı Gruplar için T-Testi Sonuçları

Ölçek	Gruplar	N	Ön test		Son test		t	p
			\bar{X}	SS	\bar{X}	SS		
FYSÖBAÖ	Birinci deney grubu	30	88,03	8,786	92,10	8,818	-2,103	,044*
	İkinci deney grubu	26	86,04	7,302	94,08	6,572	-4,563	,000*
	Kontrol grubu	22	90,18	9,796	88,45	8,857	0,773	,448

*p < 0,05

Tablo 13'e bakıldığında, birinci deney grubunun FYSÖBAÖ ölçeği ön test ve son test sonuçları (t(29)= 2,103; p<,05), ikinci deney grubunun FYSÖBAÖ ölçeği ön test ve son test sonuçları (t(25)= 4,563; p<,05) farklılaşırken kontrol grubunun FYSÖBAÖ ölçeği ön test ve son test sonuçları (t(21)= ,773; p>,05) istatistiksel anlamda farklılık göstermemektedir.

Grupların FYMÖ'ye ilişkin sonuçlar Tablo 14'de gösterilmiştir.

Tablo 14. FYMÖ Son Test Puanlarına İlişkin Welch Testi Sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	P (Welch)	Anlamlı Fark
Gruplar arası	718,471	2	359,235	4,843	0,006*	2-3
FYMÖ Gruplar içi	5563,324	75	74,178			
Toplam	6281,795	77				

*p < 0,05

Tablo 14 incelendiğinde, grupların FYMÖ son test aritmetik puan ortalamaları, buldukları gruplara göre anlamlı bir şekilde farklılaşmaktadır (p <0,05). Gruplar arasındaki bu farklılaşmayı tespit etmek için "Tamhane T2" uygulanmıştır. Tamhane T2 sonucuna göre, "ikinci deney grubu ile kontrol grubu" arasında bir farklılaşma söz konusudur.

Grupların FYMÖ'ye ilişkin ön test-son test puanlarına ilişkin sonuçlar Tablo 15'de gösterilmiştir.

Tablo 15. FYMÖ'ye Ait Bağımlı Gruplar için T-Testi Sonuçları

Ölçek	Gruplar	N	Ön test		Son test		t	p
			\bar{X}	SS	\bar{X}	SS		
FYMÖ	Birinci deney grubu	30	94,47	8,06	96,33	9,44	-1,119	,272
	İkinci deney grubu	26	94,85	8,10	100,85	6,50	-4,472	,000*
	Kontrol grubu	22	95,41	5,23	93,18	9,57	,938	,359

*p < 0,05

Tablo 15'e bakıldığında, birinci deney grubunun FYMÖ ön test ve son test sonuçları (t(29)= 1,119; p>,05) ve kontrol grubunun FYMÖ ön test ve son test sonuçları (t(21)= ,938; p>,05) arasında istatistiki olarak farklılık yokken ikinci deney grubunun FYMÖ ön test ve son test sonuçları (t(25)= 4,472; p<,05) arasında istatistiksel bir farklılık vardır.

Grupların kalıcılık testi puanlarına ilişkin sonuçlar Tablo 16'da gösterilmiştir.

Tablo 16. Kalıcılık Testine İlişkin ANOVA Sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	P	Anlamlı Fark
Kalıcılık Gruplar arası	673,812	2	336,906	32,886	,000*	1-2
Testi Gruplar içi	768,342	75	10,245			2-3
Toplam	1442,154	77				1-3

*p < 0,05

Tablo 16 incelendiğinde, grupların kalıcılık son test aritmetik puan ortalamaları arasında istatistiksel bir farklılaşma görülmektedir [$F_{(2,75)}=32,886$, $p < 0,05$]. Bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu tespit etmek için “Tukey” uygulanmıştır. Tukey testi sonucunda, tüm gruplar arasında bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir.

Grupların ön test-son test karşılaştırmalı kalıcılık testine ilişkin bulgulara Tablo 17’de yer verilmiştir.

Tablo 17. ABT I Son Test ve Kalıcılık Test Puanlarına İlişkin T-Testi Sonuçları

Gruplar	N	Son test		Kalıcılık		t	p
		\bar{X}	SS	\bar{X}	SS		
Birinci deney grubu		17,53	3,339	17,07	3,513	,612	,545
İkinci deney grubu		20,42	4,244	20,65	3,381	-,332	,743
Kontrol grubu		12,73	3,692	13,14	2,435	-,550	,588

*p < 0,05

Tablo 17 incelendiğinde, birinci deney grubu öğrencilerinin son test ve kalıcılık testi sonuçları ($t(29)=,612$; $p > 0,05$), ikinci deney grubu öğrencilerinin son test ve kalıcılık testi sonuçları ($t(25)=,332$; $p > 0,05$) ve kontrol grubu öğrencilerinin son test ve kalıcılık testi sonuçları ($t(21)=,550$; $p > 0,05$) arasında anlamlı düzeyde bir farklılık yoktur.

Grupların STÖ son test puanlarına ilişkin sonuçlar Tablo 18’de gösterilmiştir.

Tablo 18. STÖ Son test Puanlarına İlişkin ANOVA Sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	P
STÖ Gruplar arası	787,032	2	393,516	1,622	,204
STÖ Gruplar içi	18197,852	75	242,638		
Toplam	18984,885	77			

Tablo 18 incelendiğinde, grupların STÖ son test puan ortalamalarının gruplara göre farklılaşmadığı tespit edilmiştir [$F_{(2,75)}=1,622$, $p > 0,05$]. Bir diğer ifadeyle öğrencilerin fen bilimleri dersine ait son test STÖ puan ortalamaları, gruplara göre istatistiksel olarak farklılaşmamaktadır.

Grupların ön test-son test STÖ puanlarına ilişkin bulgular Tablo 19’da gösterilmiştir.

Tablo 19. STÖ’ye İlişkin Bağımlı Gruplar için T-Testi Sonuçları

Ölçek	Gruplar	N	Ön test		Son test		t	p
			\bar{X}	SS	\bar{X}	SS		
STÖ	Birinci deney grubu	30	142,97	16,11	154,70	16,07	-4,037	,000*
	İkinci deney grubu	26	142,04	20,23	158,96	17,02	-4,662	,000*
	Kontrol grubu	22	143,27	20,02	150,86	12,85	-1,991	,060

*p < 0,05

Tablo 19 incelendiğinde, birinci deney grubunun STÖ ön-son test sonuçları (t(29)= 4,037; p<,05), ikinci deney grubunun STÖ ön-son test sonuçları (t(25)= 4,662; p<,05) arasında istatistiksel bir farklılaşma vardır. Ancak kontrol grubunun STÖ ön-son test sonuçları arasında istatistiki düzeyde bir farklılaşma bulunmamaktadır (t(21)= 1,991; p>,05).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin öğrencilerinin akademik başarılarına, sorgulayıcı öğrenme beceri algılarına, fene yönelik motivasyonlarına, kalıcı öğrenme ve STEM’e karşı tutumları üzerine olan etkisini değerlendirmeyi amaç edinen bu çalışmada, sonuçlar araştırma sorularına uygun sırada verilerek irdelenmiştir.

Çalışmanın birinci araştırma sorusu STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin öğrencilerin akademik başarısı üzerine etkisinin nasıl olduğu incelenmiştir. Uygulamalar sonrası, ortaokul 7. sınıf öğrencileri arasında STEM uygulamaları, STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin yapıldığı grup ile mevcut programın uygulandığı grup arasında uygulama sonu itibariyle akademik başarıları (ABT I testi sonuçları) bakımından anlamlı farklılığın olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, STEM uygulamaları ile STEM uygulamaları ve tam öğrenme uygulamalarının akademik başarıyı arttırdığını göstermiştir. Ayrıca, STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin beraber kullanılması akademik başarıyı arttırmada tek başına kullanılan STEM uygulamalarına oranla akademik başarıyı arttırmada daha etkili olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, STEM uygulamalarının ve tam öğrenmenin Bloom taksonomisinin ilk üç basamağı düzeyinde (Bilgi, Kavrama, Uygulama) öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkili olduğunu göstermektedir. Bu davranışların kazandırılmasında tam öğrenme modelinin olduğu söylenebilir (Çelik, 2003; Ersoy, 2014). Özer (2013) çalışmasında tam öğrenmenin öğrencilerin (Bilgi, Kavrama ve Uygulama düzeyinde) akademik başarıları üzerine etkisini incelemiştir. İnceleme sonucunda tam öğrenmenin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını arttırmayı sağladığına ilişkin çalışmalarda yer almaktadır (Ceylan ve Özdilek, 2015; Cotabish, Dailey, Robinson ve Hughes, 2013; Cosentino, 2008; Green, 2012; Hill, 2002; Kang, Ju ve Jang, 2013; McClain, 2015; Olivarez, 2012; Özdoğru, 2013; Seong-Hwan, 2013; Tank, 2014; Yıldırım ve Altun, 2015).

Judson (2014) çalışmasında, STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda STEM uygulamalarının yapıldığı okullardan biri dışındaki diğer okullar (STEM uygulanmadığı okullar) arasında akademik başarı açısından bir farklılığın olmadığını bulmuştur. Buna karşın, STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin uygulandığı grup ile diğer gruplar arasındaki farklılıklara bakılarak tam öğrenme işlemlerinin öğretme-öğrenme ortamına eklenmesinin bilgi, kavrama ve uygulama düzeylerinde öğrencilerin akademik başarısını arttırmada etkili olduğunu göstermektedir. Bir başka deyişle ABT I başarı testindeki davranışların kazanılmasında tam öğrenme yönteminin önemli etkisi olduğu söylenebilir. Literatür incelendiğinde tam öğrenme yönteminin öğrencilerin akademik başarısını arttırdığına dair birçok çalışma bulunmaktadır (Arslan ve Senemoğlu, 1998; Yıldırım, 2015; Çelik, 2003; Ersoy, 2014). Rani (2014) çalışmasında tam öğrenme yönteminin öğrenci başarıları üzerine etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda tam öğrenmenin öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen bir diğer bulgu ise, ABT II başarı testinden elde edilen sonuçlardır. ABT II'ye ilişkin yapılan çalışmaların sonucunda, ikinci deney grubu ile kontrol grubu arasında uygulama sonu itibariyle ABT II test sonuçları bakımından anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında STEM uygulamalarının yapıldığı grup ile kontrol grubu arasında uygulama sonu itibariyle akademik başarı bakımından istatistiki bir farkın olmadığı; STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin yapıldığı grup ile mevcut programın uygulandığı grup arasında istatistiksel bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. STEM uygulamalarının kontrol grubuna oranla başarıyı arttırmada daha etkili olmasına rağmen STEM uygulamaları ve tam öğrenme uygulamalarının öğrencilerin başarısını arttırmada daha etkili olduğu söylenebilir. Daha etkili olmasında ise, tam öğrenme yönteminin olduğu söylenebilir.

Deney gruplarının ABT II son test puanları karşılaştırıldığında STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin uygulandığı deney grubunun daha başarılı olduğu görülmüştür. Diğer bir deyişle ikinci deney grubunda uygulanan tam öğrenme yönteminin STEM uygulamaları ile birlikte kullanıldığında akademik başarıyı arttırmada daha etkili sonuç verdiğini göstermektedir. Ayrıca ABT II testinde analiz, sentez ve değerlendirme düzeyinde sorular yer almaktadır. Öğrencilerin bu düzey soruları çözmelerinde STEM uygulamaları, STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin daha etkili sonuç verdiği görülmektedir. Arslan ve Senemoğlu'nun (1998) çalışmasında tam öğrenmenin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini olumlu yönde geliştirdiğini göstermektedir.

Çalışmanın ikinci araştırma sorusu STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin öğrencilerin sorgulayıcı öğrenme beceri algıları üzerine etkisinin nasıl olduğu incelenmiştir. Çalışmaların sonunda deney grupları ile kontrol grubu arasında uygulama sonu itibariyle fene yönelik sorgulayıcı öğrenme beceri algıları bakımından istatistiksel bir farklılığın olmadığı gözlenmiştir. Diğer yandan,

gruplarının ön test-son test sonuçlarına ilişkin bulgularında ise, birinci deney grubu ile ikinci deney grubunun ön test-son test sonuçları arasında istatistiki olarak bir farklılığın olduğu bulunmuştur. Buna rağmen kontrol grubunda ise bir farklılık gözlenmemiştir. Bu sonuçlar, STEM uygulamaları ile STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir. STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin Fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algısının üzerine etkisinin incelendiği ilk çalışma olması açısından bu bulgunun sonraki çalışmalar için önemli bir yeri olduğunu söylenebilir.

Çalışmanın üçüncü araştırma sorusu STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin öğrencilerin fene yönelik motivasyonları üzerine etkisinin nasıl olduğu incelenmiştir. Çalışmalar sonucunda grupların FYMÖ son test puanları arasında anlamlı düzeyde farklılığın olduğu görülmüştür. Grupların FYMÖ son test puanları karşılaştırıldığında bu farklılığın STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin uygulandığı grup ile mevcut programın uygulandığı kontrol grubu arasında olduğu görülmektedir. Dahası STEM uygulamalarının öğrencilerin derse yönelik motivasyonlarını arttırdığı ancak bu artışın istatistiki olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Literatür incelendiğinde, STEM uygulamalarının öğrencilerin motivasyonlarını arttırmada önemli etkisi olduğuna ilişkin birçok çalışma bulunmaktadır (Green, 2012; Kang , Ju ve Jang, 2013; Kong ve In-Cheol, 2014; Özdoğru, 2013; Park ve Yoo, 2013). Yıldırım (2016) çalışmasında STEM eğitimin öğrencilerin motivasyonları üzerine etkisini araştıran çalışmaları bir araya getirerek STEM eğitiminin öğrencilerin motivasyonları üzerine etkisini incelemiştir. Yıldırım (2016) çalışmasında STEM eğitimin öğrencilerin motivasyonları üzerine olumlu etki yaptığını tespit etmiştir. Benzer şekilde Gökbayrak ve Karışan (2016) çalışmalarında STEM uygulamalarının öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Diğer yandan STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin öğrencilerin motivasyonlarının arttığı tespit edilmiştir. Bu artışın temelinde ise tam öğrenme yönteminin olduğu söylenebilir.

Çalışmanın dördüncü araştırma sorusu STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin kalıcı öğrenme üzerine etkisinin nasıl olduğu incelenmiştir. Uygulama sonucunda, grupların kalıcılık testi puanları anlamlı yönde farklılık göstermektedir. Gruplar arasında bu farklılık incelendiğinde tüm gruplar arasında bir farklılaşmanın olduğu ve bu farklılığın STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin uygulandığı grup lehine olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan grupların ABT I son test ile kalıcılık testi puanları karşılaştırıldığında ABT I son test puanı ile kalıcılık testi puanları arasında farklılığın olmadığı istatistiki olarak görülmüştür. Bu sonuca göre yapılan STEM uygulamaları, STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin bilgilerin kalıcı olması konusunda etkili olduğunu göstermektedir. Bunun yanında mevcut programında etkili olduğu söylenebilir. İkinci deney grubunu lehine anlamlı farkların olmasında ise tam öğrenme uygulamalarının olduğu söylenebilir. Literatür incelendiğinde tam öğrenmenin öğrenilen bilgilerin kalıcılığı konusunda etkili olduğunu göstermektedir (Arslan ve Senemoğlu, 1998; Çelik, 2003; Çelik ve Şengül, 2005).

Çalışmanın beşinci araştırma sorusu STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin öğrencilerin STEM'e karşı tutumları üzerine etkisinin nasıl olduğu incelenmiştir. Uygulama sonucunda, grupların STEM tutum ölçeği son test puanları arasında bir farklılaşma söz konusu değildir. Diğer bir deyişle gruplarda uygulanan uygulamaların uygulama sonucu itibari ile bir değişiklik oluşturmadığı söylenebilir. Literatür incelendiğinde, STEM uygulamalarının öğrencilerin tutumları üzerine olumlu etkisinin olmadığı bir çok çalışmada mevcuttur (Cosentino, 2008; Kong ve Huo, 2014; Kong, Huh ve Hwang, 2014). Her ne kadar grupların STEM tutum ölçeği son test puanları arasında fark yoksa da deney gruplarının ön test-son test sonuçları arasında farklılık görülmektedir. Bu bulguya göre, STEM uygulamaları, STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin öğrencilerin STEM'e karşı tutumlarını arttırmada olumlu etki yaptığı ifade edilebilir. Ancak aynı durum kontrol grubu için geçerli değildir. Yani, kontrol grubu öğrencilerinin STEM tutum ölçeği ön test-son test puanlarına bakıldığında öğrencilerin STEM'e karşı tutumlarını arttırmada etkili olmadığını göstermektedir.

Kısacası, uygulamaların olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Bu sonuçla benzerlik gösteren birçok çalışmada mevcuttur. Bu çalışmalarda, STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM disiplinlerine karşı tutumlarına olumlu yönde etkisi olduğuna ilişkin birçok çalışmada yer almaktadır (Özdoğru, 2013; Seong-Hwan, 2013; Sung ve Na, 2012; Song, Shin ve Lee, 2010; Yamak, Bulut ve DüNDAR, 2014). Gülhan ve Şahin (2016) çalışmalarında STEM eğitiminin öğrencilerin tutumları üzerine etkisini incelemiştir. Uygulama sonucunda STEM eğitiminin öğrencilerin tutumlarını olumlu yönde geliştirdiği görülmektedir. Yıldırım ve Selvi (2016) çalışmasında STEM eğitiminin öğrencilerin tutumlarının olumlu yönde geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Diğer yandan Tam öğrenme yönteminin de tutumlar üzerinde etkili olduğuna ilişkin çalışmalarda mevcuttur (Ersoy, 2014; Özer, 2013).

Çalışmanın Sınırlılıkları ve Öneriler

Bu çalışma ortaokul 7. sınıf fen bilimleri dersi, 2015-2016 eğitim-öğretim yılı güz dönemi ile sınırlıdır. Bu sınırlılık incelendiğinde STEM eğitimi ve tam öğrenme ile ilgili yapılacak çalışmalar farklı sınıf düzeylerinde gerçekleştirilebilir. Özellikle STEM uygulamalarının okul öncesi ve ilköğretim düzeyindeki etkileri incelenebilir. Çünkü okul öncesi ve ilköğretim düzeyinden itibaren çocukların hayal dünyalarının geliştirilmesi, üst düzey düşüncelerinin sağlanması ve günlük yaşamda karşılaştıkları problemleri çözebilecekleri öğretme-öğrenme ortamlarının oluşturulması gerekmektedir. Dahası, okul öncesi ve ilköğretim düzeyinde fen, matematik ve mühendislik disiplinlerinin temelleri kazandırılmaktadır.

Çalışma akademik başarı, sorgulayıcı öğrenme beceri algıları, fene yönelik tutum, kalıcı öğrenme ve STEM'e karşı tutum gibi çeşitli bağımlı değişkenleri ile yürütülmüştür. Dolayısıyla çalışma bu bağımlı değişkenler ile sınırlıdır. Bu değişkenlerden sorgulayıcı öğrenme beceri algıları ilk kez STEM uygulamaları ve tam öğrenme ile birlikte bu çalışmada kullanılmıştır. STEM uygulamaları ve tam

öğrenmenin bu değişken üzerine etkisinin incelendiği ilk çalışma olması nedeniyle alana katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin iki aylık süreç diliminde öğrencilerin STEM'e karşı tutumları üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda gruplar arasında tutum açısından bir fark olmadığı görülmüştür. Bir çalışmada tutum üzerine etki incelenecek ise çalışma uzun zaman dilimlerinde olması gerekmektedir. Çünkü bireylerin tutumlarında kısa sürede değişimler meydana gelmemektedir.

Çalışma Fen Bilimleri Dersi, 7. sınıf öğretim programında yer alan Kuvvet-Hareket ünitesinde yer alan "Basit Makineler" ve "İş-Enerji" konuları ile sınırlandırılmıştır. Bu sınırlılıktan yola çıkarak, STEM uygulamaları ve tam öğrenme Fen Bilimleri Öğretim Programında yer alan başka ünite ve konu alanlarında uygulanabilir. Örneğin Biyoloji dersinden "Kalıtım", "Vücudumuzdaki Sistemler" gibi konularda; Kimya dersinde "Su Kimyası ve Su Arıtımı" gibi konularda; Fizik dersinde "Optik", "Merkezcil Kuvvet" gibi konularda ve Matematik dersinde "Geometri ve Ölçme", "Oran-Orantı" gibi konularda çalışma yapılabilir.

Bu çalışmanın bir diğer sınırlılığını ise, bağımsız değişkenler olan STEM uygulamaları ve tam öğrenme modelidir. Alan yazısı incelendiğinde STEM eğitimi genelde Proje Tabanlı Öğrenme, 5E Öğrenme Modeli, Probleme Dayalı Öğrenme ile birlikte çalışılmaktadır. Bu nedenle STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin birlikte kullanılmasının alan yazısına önemli bir katkısı olacaktır. Bu nedenle bu iki değişkenin başka bağımlı değişkenler üzerindeki etkisi incelenebilir. Ayrıca STEM eğitiminde tam öğrenme modeli başlığı altında yeni bir model ortaya konulabilir.

Son olarak, STEM eğitime yönelik yapılacak uygulamalarda araştırmacıların dikkat etmesi gerek belli başlı durumlar söz konusudur. STEM eğitiminin derslere entegrasyonu zor bir süreçtir. Bu sebeple STEM entegrasyon aşamalarına uygun bir şekilde ders planları hazırlanırse STEM eğitiminin derslere entegrasyonu kolaylıkla sağlanabilir. STEM eğitime uygun bir ders planı hazırlanırken araştırmacıların STEM disiplinlerinde alan bilgisi eksiklerinin olmaması gerekmektedir. Bunun yanında, araştırmacılar bir ders planı hazırlarken STEM eğitimi kapsamında neler öğreteceğini iyi bir şekilde planlamalıdır aksi takdirde hem öğretmek istenen tam anlamıyla öğretilemez hem de zaman kayıpları yaşanabilir. Üzerinde durulması gereken bir diğer husus ise, STEM içinde yer alan Teknoloji boyutu ile ilgilidir. Teknoloji STEM ders planlarına iki şekilde entegre edilmektedir. Birincisi dersin daha etkili ve verimli olması şeklinde; ikincisi ise fen, matematik ve mühendislik bilgisini kullanarak bir ürünün oluşması süreci şeklindedir. Bunlardan biri atlanırsa Teknoloji boyutu eksik entegre edilmiş olur. Araştırmacılar yukarıda ifade edilen hususlara dikkat etmeleri durumunda etkili ve verimli bir şekilde derslerinde STEM eğitimi uygulayabilirler.

KAYNAKLAR

- Adeyemo, S.A. ve Babajide, V.F.T. (2014). Effects of mastery learning approach on students' achievement in physics. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5(2).
- Akbaş, A. ve Çelikkaleli, Ö. (2006). Sınıf öğretmeni adaylarının fen öğretimi öz-yeterlik inançlarının cinsiyet, öğrenim türü ve üniversitelerine göre incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 98-110.
- Abdullah, N., Halim, L. ve Zakaria, E., (2014). VStops: A Thinking Strategy and Visual Representation Approach in Mathematical Word Problem Solving toward Enhancing STEM Literacy. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2014, 10(3), 165-174.
- Akyıldız, P., (2014). *FeTeMM eğitimine dayalı öğrenme-öğretme yaklaşımı* (6. Bölüm), *Etkinlik Örnekleriyle Güncel Öğrenme-Öğretme Yaklaşımları-I*, (Ed. Gülay Ekici), (ss. 978-605).
- Anderson, J. C. ve Gerbing, D. W., (1984). The effect of sampling error on convergence, improper solutions, and goodness-of-fit indices for maximum likelihood confirmatory factor analysis. *Psychometrika*, 49(2), 155-173.
- Aydın, M., (2011). *Fen ve teknoloji öğretmenleri için geliştirilen proje tabanlı öğretim yöntemi konulu bir destek programının etkilerinin araştırılması*. Doktora tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Arslan, M. ve Senemoğlu, N., (1998). Altı çizili materyalle çalışma ve tam öğrenme yönteminin öğrenme düzeyine, hatırlamaya ve akademik benlik kavramına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 22(108).
- Balım, A. G. ve Taşkoyan, S.N., (2007)). Fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algısı ölçeği'nin geliştirilmesi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 58-63.
- Bloom, B.S. (2012). *İnsan nitelikleri ve okulda öğrenme* (D.A. Özçelik, Çev.). Pegem.
- Büyüköztürk, Ş., (2011). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.B., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F., (2011). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem.
- Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. Arlington, VA: National Science Teachers.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M. ve Morgan, J. (Eds.). (2013). *Project-based learning: an integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach* (2nd ed.). Rotterdam: Sense.
- Ceylan, S. ve Özdelek, Z., (2015)). Improving a sample lesson plan for secondary science course within the STEM education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 177, 223-228.
- Cosentino, C., (2008). *The Impact of integrated programming on student attitude and achievement in grade 9 academic mathematics and science*. Master's Thesis. Brock University, Ontario.
- Cotabish, A., Dailey, D. Robinson, A. ve Hughes, G., (2013). The Effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226.

- Çelik, N.G., (2003). *Tam öğrenme yönteminin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki başarı ve hatırlama düzeylerine etkisi*. Yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Çelik, N.G. ve Şengül, S. (2005). Tam öğrenme yönteminin ilköğretim 6. sınıf matematik öğrencilerinin akademik başarıları ile kalıcılık düzeylerine etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, XVIII (1), 107-122.
- Dass, P.M. (2015). Teaching STEM effectively with the learning cycle approach. *K-12 STEM Education*, 1(1), 5-12.
- Dede, Y. ve Yaman, S., (2008). Fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 2(1), 19-37.
- Demirel, Ö. (2012). *Öğretim ilke ve yöntemleri: öğretme sanatı*. Ankara: Pegem A.
- Durmuş, B., Yurtkoru, E.S. ve Çinko, M., (2013). *Sosyal bilimlerde SPSS'le veri analizi*. İstanbul: Beta.
- Dugger, W. (2010). Evolution of STEM in the United States. In Technology Education Research Conference. Queensland.
- Ersoy, M., (2014). *Uzaktan eğitim uygulamalarında tam öğrenme modelinin öğrencilerin başarı ve tutumlarına etkisi*. (Yayınlanmamış doktora tezi). İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Faber, M., Unfried, A., Wiebe, E. N., Corn, J. Townsend, L.W. ve Collins, T. L., (2013). Student attitudes toward STEM: the development of upper elementary school and middle/high school student surveys. 120th ASSE Annual Conference & Exposition. Atalanta.
- Field, A., (2009). *Discovering statistics using SPSS*. Washington DC: SAGE.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J. S., Marx, R. W. ve Mamlok-Naaman, R., (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science*, 41(10), 1081-1110.
- Gonzalez, H. B. ve Kuenzi, J. J., (2012). Science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: A Primer. Congressional Research Service. <https://www.fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf> sayfasından 1 Ocak 2017 tarihinde erişilmiştir.
- Gökbayrak, S. ve Karışan, D. (2017). Altıncı Sınıf Öğrencilerinin FeTeMM Temelli Etkinlikler Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi. *Alan Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 25-40.
- Green, A., (2012). *The integration of engineering design projects into the secondary science classroom*. Master's Thesis. Michigan State University, Michigan.
- Gülhan F. ve Şahin, F (2016). The effects of science-technology-engineering-math (STEM) integration on 5th grade students' perceptions and attitudes towards these areas. *Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.
- Han, S., Capraro, R., ve Capraro, M. M. (2014). 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.
- Hill, M.D., (2002). *The effects of integrated mathematics/science curriculum and instruction on mathematics achievement and student attitudes in grade six*. Doctoral Dissertation. Texas A&M University, Texas.
- Hooper, D., Coughlan, J., ve Mullen, M.R., (2008). Structural equation modeling: Guidelines for determining model fit. *Journal of Business Research Methods*, 6, 53-60.
- Hu, L. T. ve Bentler, P. M., (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55.
- Jöreskog, K. G. ve Sörbom, D., (1993). LISREL 8: Structural equation modeling with the simplis command language. Lincolnwood: Scientific Software International, Inc.
- Judson, E., (2014). Effect of Transferring to STEM Focused Charter and Magnet Schools on Student Achievement. *The Journal of Educational Research*, 107, 255-266.
- Kang, J., Ju, E.J. ve Jang, S., (2013). The Effect of Science-based STEAM program using a portfolio on elementary students' formation of science concepts. *Elementary Science Education*, 32(4), 593-606.
- Kong, Y. T. ve In-Cheol, J., (2014). The effect of subject based steam activity programs on scientific attitude, self efficacy, and motivation for scientific learning. International Information Institute (Tokyo). *Information*, 17(8), 3629-3636.
- Kong, Y.T. ve Huo, S.C., (2014). An Effect of STEAM activity programs on science learning interest. *Advanced Science and Technology Letters*, 59, 41-45.
- Kong, Y.T., Huh, S.C. ve Hwang, H.J., (2014). The Effect of theme based STEAM activity programs on self efficacy, scientific attitude, and interest in scientific learning. International Information Institute (Tokyo). *Information* , 17(10) . 5153-5159.
- Lacey, T. A., ve Wright, B. (2009). Occupational employment projections to 2018. *Monthly Labor Review*, 132(11), 82-123.
- McClain, M.L., (2015). *The Effect of STEM education on mathematics achievement of fourth-grade underrepresented minority students*. Doctoral Dissertation. Capella University, Minnesota.
- Mevarech, Z. R. (2015). The effects of cooperative mastery learning strategies on mathematics achievement. *The Journal of Educational Research*, 78(6), 372-377.
- Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education*. Baltimore, MD: TIES.
- Olivarez, N., (2012). *The Impact of a STEM program on academic achievement of eighth grade students in a south texas middle school*. Doctoral Thesis. Texas A&M University, Texas.

- Ostler, E., (2012). 21st century STEM education: a tactical model for long-range success. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(1), 28-33.
- Özdoğru, E., (2013). *Fiziksel olaylar öğrenme alanı için lego program tabanlı fen ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına etkisi*. Yüksek lisans tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Özer, Ö., (2013). *İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin tam öğrenme modeline göre matematik dersindeki erişim düzeyleri ile öğrenme stratejileri ve tutumlarının incelenmesi*. Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Öztürk, Y.A. ve Şahin, Ç. (2015). Matematiğe ilişkin akademik başarı-özyeterlilik ve tutum arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *International Journal of Social Science*, 31,343-366.
- Park, S.J. ve Yoo, P.K., (2013). The Effects of the learning motive, interest and science process skills using the “Light” unit in science-based STEAM. *Elementary Science Education*, 32(3): 225-238.
- Rani, A. (2014). Effect of mastery learning strategy on students’ achievement in economics, creativity and self concept. *Global International Research Thoughts (GIRT)*.
- Senemoğlu, N. (2014). *Gelişim, öğrenme ve öğretim: Kuramdan uygulamaya*. Ankara: Yargı.
- Seong-Hwan, C., (2013). The Effect of robots in education based on STEAM. *Journal of Korea Robotics Society*, 8(1), 58-65.
- Song, J.B., Shin, S.B. ve Lee, T.W., (2010). A Study on effectiveness of STEM integration education using educational robot. *The Korean Society of Computer And Information*, 15(6), 81-89.
- Sung, E. S ve Na, S., (2012). The Effects of the integrated STEM education on science and technology subject self-efficacy and attitude toward engineering in high school students. *Korean Technology Education Association*, 12(1), 255-274.
- Smith, J. ve Karr-Kidwell, P., (2000). The interdisciplinary curriculum: A literary review and a manual for administrators and teachers. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443172.pdf> sayfasından 15 Aralık 2016 tarihinde erişilmiştir.
- Sümer, N., (2000). Yapısal eşitlik modelleri: temel kavramlar ve örnek uygulamalar. *Türk Psikoloji Yazıları*, 3(6), 49-74.
- Tank, K.M., (2014). *Examining the effects of integrated science, engineering, and nonfiction literature on student learning in elementary classrooms*. Doctoral Dissertation. University of Minnesota, Minnesota.
- Yamak, H., Bulut, N. ve Dündar, S., (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yıldırım, B. (2016). An Analyses and Meta-Synthesis of Research on STEM Education. *Journal of Education and Practice*, 7(34), 23-33.

- Yıldırım, B., (2015). *Eğitsel oyun ve dönüt-düzeltilmenin öğrenme düzeyi ve kalıcılığa etkisi*. Yüksek lisans tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Yıldırım, B. ve Altun, Y., (2015). Investigating the effect of STEM education and engineering applications on science laboratory lectures. *El-Cezerî Journal of Science and Engineering*, 2(2); 28-40.
- Yıldırım, B. ve Altun, Y., (2014). STEM eğitimi üzerine derleme çalışması: Fen bilimleri alanında örnek ders uygulanmaları. *VI. International Congress of Education Research'ında sunulmuş bildiri*, 5-8 Haziran, Ankara.
- Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2016). Examination of the effects of STEM education integrated as a part of science, technology, society and environment courses. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 3684-3695.
- Yıldırım, B. ve Selvi, M., (2015). Adaptation of STEM attitude scale to Turkish. *Turkish Studies*, 10(3), 1117-1130.